Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Vierzehnter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 55 Figuren im Text, 2 Karten, zahlreichen Tabellen und Kurven.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1912.

Druck von Schmidt & Klaunig, Kiel.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.
Neue Folge. Vierzehnter Band. (Der ganzen Folge 20. Band.) Abteilung Kiel.

Inhalt.

Seite

Über die Bestimmung des Fischbestandes im Meer. Von V. Hensen. (Mit 1 Karte im Text.) . . 1

Die hydrographisch-chemischen Methoden. Von E. Ruppin. (Mit 9 Figuren im Text.) 33

Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Meerestiere. Von Chr. Delff. 51

Studien über die Dünen unserer Ostseeküste. II. III. Von J. Reinke. (Mit 15 Abbildungen im Text.) 83

Quantitative Untersuchungen an dem Plankton bei dem Feuerschiff „Borkumriff" im Jahre 1910. Von Fr. Lücke. (Mit 3 Figuren im Text und 2 angehängten Tabellen.) 101

Die planktonischen Fischeier und Larven der Ostsee. Von Ad. Heinen. (Mit 25 Figuren im Text, 1 Karte und 37 Tabellen.) 129

Zur Feststellung der Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der Planktonten. Von V. Hensen. (Mit 3 Figuren und 4 Tabellen.) 191

Beitrag zur Hydrographie der Belt- und Ostsee. Von E. Ruppin. (Mit 12 Tabellen und 30 Kurven.) 205

28196

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Über die Bestimmung des Fischbestandes im Meer.

Vortrag, gehalten am 18. Juni 1911 im schleswig-holsteinischen Naturwissenschaftlichen Verein.

Ergänzt zum Zweck dieser Veröffentlichung.

Von

V. Hensen.

Klagen über Abnahme des Fischbestandes sind ertönt, seitdem der Fischfang überhaupt als Gewerbe betrieben worden ist. Der gewaltige Aufschwung der Fischerei durch die Verwendung von Dampfschiffen und Motoren, sowie durch die Verbesserungen des Eisenbahnbetriebes, also des Vertriebs der Ware, geben diesen Klagen jetzt vielleicht eine größere Berechtigung, als sie ihnen früher zukam. Eine Abnahme der durchschnittlichen Größen von Plattfischen und gewissen Gadusarten, wie sie jetzt auf den Markt gebracht werden, gegenüber den Größen, die vor etwa 70 Jahren die Marktware bildeten, ist für viele Marktplätze genügend sicher festgestellt. Dieser Tatbestand könnte sich dadurch ergeben, daß jetzt überhaupt kleinere Fische noch gut verwertbar sind, was früher nicht möglich war, indessen scheint doch der Fang recht groß gewordener Fische abgenommen zu haben. Soweit die Fischerei auf den Bestand der Fische Einfluß hat, erklärt sich dieser Zustand in folgender Weise. Nach der Zahl der Jahresringe in den Otolithen, den Knochen und den Schuppen können die Nutzfische ein Alter von gegen 20 Jahren erreichen. Sie pflegen aber schon mit vier Jahren oder noch früher groß genug geworden zu sein, um fangwürdig zu erscheinen. Es steigt die Gefahr, gefangen zu werden, mit dem Alter. Ein zwanzigjähriger Fisch unterliegt im allgemeinen 16mal häufiger der Gefahr, gefangen zu werden, als ein vierjähriger Fisch. Wenn sich also die älteren und bei ihrem stetigen Wachstum auch größeren Fische nicht etwa dadurch der Gefahr, gefangen zu werden, entziehen, daß sie tiefere und überhaupt seltener befischte Gründe aufsuchen, so müssen sie bei Zunahme der Fischerei durch diese mehr leiden, als die jüngeren und daher kleineren Tiere. Eine Begünstigung der älteren Fische tritt übrigens dadurch ein, daß für die kleinen unverhältnismäßig mehr Fresser vorhanden sein werden als für die großen Fische. Eine gewaltige Menge Fischbrut wird gefressen, und überhaupt sind die kleinen und jungen Fresser natürlich viel zahlreicher als die großen Fresser, die es neben Erkrankungen, Hunger und Fischfang allein sind, die den großen Fischen gefährlich werden. Eine Abnahme der kleineren fangwürdigen Fische ist nicht nachweisbar. Deren Zahl könnte sehr wohl durch Verminderung der Zahl der größeren Fische, also wegen Verminderung der Konkurrenz, gewachsen sein. Weil aber die Zahl der kleineren Fische das Netz nicht so sehr füllt, als eine kleinere Zahl größerer Fische, mag doch die vielleicht vermehrte Zahl kleinerer Fische nicht ausreichen, um die früheren Fangresultate zu beschaffen.

Eine der Aufgaben der Wissenschaft ist es, das Leben und das Gedeihen der Fische, sowie deren Bestand kennen zu lernen, teils weil dadurch unser Wissen bereichert wird, teils auch um eine Grundlage für eine etwa erforderliche rationelle Gesetzgebung zur Schonung des Fischbestandes zu ermöglichen.

Man hat neuerdings durch Versuchsfischerei mit den üblichen Schleppnetzen, die den Meeresboden sehr scharf abfischen, die Feststellung des Bestandes gewisser Fischarten erreichen wollen. Dieser Versuch hat schon deshalb Bedenken, weil fast die ganze Ostsee und ein erheblicher Teil der Nordsee so mit Steinen besät ist, daß eine systematische Befischung der ganzen Fläche nicht ausführbar ist. Man könnte also nur den Bestand gewisser steinfreier Gebiete vergleichen, und da die Fische wandernd den Grund abgrasen, würde eine allzu große Zahl von Zügen nötig werden, um durch Verrechnung der bezüglichen Resultate auf die befischten Regionen ein etwas gesichertes Bild des Fischbestandes zu erhalten. Außerdem sind die Netze je nach dem Seegang verschieden gut wirksam.

Ein anderes Verfahren, das zuerst 1893 von C. G. Joh. Petersen (22) ausgeführt wurde, besteht darin, daß man eine große Zahl von Fischen bestimmter Art schonend fängt, jeden Fisch mit einer, die erforderlichen Zeichen tragenden Marke versieht und wieder in Freiheit setzt. Die Markierungen, wie sie z. B. von der Helgoländer biologischen Station ausgeführt wurden, scheinen ihren Zweck ohne Schädigung

der Fische und ohne daß die Marken leicht in Verlust geraten, sehr gut zu erfüllen. Der Wiederfang der markierten Fische wird in verschiedenen Richtungen verwertet. Für die Wanderungen wird u. a. von Reichard (1, S. 46) für die Schollen *(Pleuronectes platessa)* verzeichnet, daß Maximalgeschwindigkeiten von 18,5, 28,5 und 29,6 Kilometer pro 24 Stunden beobachtet worden sind, während meistens die Schollen sich nicht sehr weit von dem Aussetzungsort entfernt hatten. Es zeigt dies also, daß sogar die Plattfische stark wandern können, doch haben die genannten großen Geschwindigkeiten immer nur einige Tage gedauert. Die Strecken dagegen, die durchwandert worden sind, pflegen nicht viel über 400 Kilometer hinauszugehen. Reichard spricht von Schwärmen der Schollen, die wandern sollen. Einen Beleg dafür, daß die Schollen in Schwärmen gehen, habe ich nicht gefunden. Die Wiederfänge dienen auch dazu, das Wachstum der Fische zu bestimmen. Das Resultat ist gewesen, daß die Tiere in der kältesten Jahreszeit nicht wachsen. Sie werden wohl, ähnlich wie es der Fürst von Monako für Schildkröten festgestellt hat, stark abgekühlt, schlecht und zu langsam oder gar nicht verdauen. Das durchschnittliche Wachstum dürfte sich übrigens bequemer und ausgiebiger aus Altersbestimmungen entnehmen lassen.

Eine Bestimmung des Bestandes einer Art durch den Wiederfang markierter Fische sieht wie ein verlockend einfaches Verfahren aus. Wenn in einem Jahr n % der ausgesetzten Fische wiedergefangen werden, so würden, scheint es, überhaupt von dem bezüglichen Fischbestand n % gefangen werden, und die jährliche Marktzufuhr wäre mit 100/n zu multiplizieren, um den Fischbestand des bezüglichen Meeres zu finden. Vorausgesetzt, daß eine genügend große Zahl markierter Fische gleichmäßig über das ganze Gebiet verteilt worden wäre und daß die Prämien für Einlieferung der Marken hoch genug bemessen wären, um des Fangergebnisses der Fische sicher sein zu können, was der Fall sein dürfte, würde dennoch das Resultat sehr zu beanstanden sein. Es müßte auch die Befischung gleichmäßig das ganze Gebiet treffen, alle Fische müßten völlig gesund ausgesetzt worden sein, keine Marken dürften verloren gehen, endlich dürften keine Fische durch die Netzwand wegen zu großer Kleinheit durchschlüpfen können, was letzteres nach Reichard (1, S. 56) doch scheint stattgefunden zu haben. Da die bisherigen Ergebnisse der Versuche für den jetzt besprochenen Zweck ihm noch nicht zahlreich genug erschienen, um die Intensität der Befischung zu schätzen, verlangt Reichard noch eine Vermehrung der Versuche. Als von Helgoland nahe 7000 Schollen markiert und ausgesetzt worden waren, war der Wiederfang (1, S. 54) 15,7 % in dem Jahre der Aussetzung. Ich habe den Eindruck, daß das Ergebnis nicht viel besser ausfallen dürfte, wenn diese Zahl verzehnfacht würde.

Ein anderes Verfahren, um über die Größe der Befischung des Bestandes an Plattfischen Aufschluß zu erhalten, wäre die Bestimmung der Flächengröße, die jährlich durch die Schleppnetze abgefischt wird. Da die Fische wandern, ist es nicht sehr wichtig, ob etwa Flächen wiederholt befischt werden. Mir sind solche Berechnungen nicht bekannt, und ich habe keine Gelegenheit, mir die nötigen Daten zu verschaffen, aber sie werden zu beschaffen sein. Es kann angenommen werden, daß die Fischer die reicher besetzten Fischgründe aufzusuchen verstehen. Dann würde die Fangstatistik im Verein mit dieser Flächenbestimmung ein Maximum des Fischbestandes in dem ganzen Gebiet angeben, und die Flächenbestimmung für sich allein dividiert durch die Gesamtfläche würde das Minimum der Quote, die dem Fischbestand jährlich durch die Fischerei entnommen wird, sein. Man kann ja überhaupt nur Grenzwerte erhalten.

Mit Hilfe der Statistik des deutschen Seefischerei-Vereins, mit Hilfe von Messungen und Wägungen der Anlandungen von Schollen, durch Alters- und Wachstumsbestimmungen, endlich durch Vergleichung der Zusammensetzung der Fänge der Nordsee mit den Fängen von fast nicht befischten Regionen haben Heincke, Henking und Euken (2) die jährliche Entnahme der Schollen durch die Fischerei berechnet. Henking kommt (S. 24) unter Annahme eines Nekrotokos (Verlust durch Absterben) von 15 % zu der Ansicht, daß der südlichen Nordsee 35 % des Bestandes durch die Fischerei entnommen werden. Euken findet (S. 274), daß in der südöstlichen Nordsee nur infolge der Fischerei von je 100 Schollen der Länge von 30 cm 72 verschwinden, während er den Verlust für die ganze südliche Nordsee auf eine Entnahme von 63 % des Schollenbestandes feststellt.

Vor 30 Jahren habe ich (3) einen anderen Weg eingeschlagen, um ein Urteil über die Dichte der Meeresbevölkerung, zunächst bezüglich der laichreifen Nutzfische, zu gewinnen. Die Plattfische, die Dorsch-

arten, die Sprott und noch manche andere Fischarten des Meeres geben Eier ab, die schwimmen können und nicht aneinander kleben. Kann ermittelt werden, wie groß die Zahl der schwimmenden Eier zur Laichzeit in einem Meeresgebiet, etwa der Beltsee, dem Kattegat, der Nordsee, ist und wird ferner die mittlere Eizahl, die der bezügliche Fisch absetzen kann, festgestellt, so ergibt eine kleine Rechnung die Minimalzahl der an der Eiablage beteiligten Weibchen und weiterhin auch den Bestand an geschlechtsreifen Männchen. Eine Minimalzahl zunächst nur deswegen, weil manche der schwimmenden Eier gefressen werden, auch wohl, wenigstens in der Belt- und Ostsee deshalb, weil, wie neuerdings Apstein (4) genau nachweist, sie nicht befruchtet worden sind. Diese Fehler können durch genaue Verfolgung der Entwicklungsstadien des Embryo, wie später nachgewiesen werden soll, auch noch sehr vermindert werden. Es ist leichter und billiger die für wahrscheinliche Mittelwerte erforderliche Zahlenmasse bei diesen, als bei den vorgenannten Fangversuchen zu erhalten. Das dürfte daraus zu entnehmen sein, daß jedes Schollenpärchen 200000, jedes Flunderpärchen etwa 1 Million Eier im Mittel absetzt, denn die Markierung von auch nur 200000 Schollen würde unsinnige Kosten verursachen.

Als ich meine Untersuchungen in der Beltsee begann, fahndete ich zunächst nur auf die Eier der Scholle, über deren Verhalten nur vereinzelte, mir damals unbekannte Notizen[1]) vorlagen. Es ergab sich, daß die Schollen- und überhaupt die Plattfischeier der Beltsee schwimmen und daß sie zahlreich genug vorhanden waren, um durch ein senkrecht vom Boden aus an die Meeresoberfläche gezogenes Netz gefangen zu werden. Fischeier fanden sich im Februar und März so zahlreich vor, daß fast überall, wo ich an demselben Tage einen solchen „Vertikalzug" machte, die schwimmenden Eier in nicht allzu geringer Zahl und in nicht allzu verschiedener Dichte gefangen wurden. Aus diesem Befund heraus kam ich auf den Gedanken, daß sich die Menge der Eier, deren Urheber durch Vergleichung mit den Eiern der auf den Markt gebrachten Fische schien bestimmt werden zu können, müsse feststellen lassen. Überraschend war die erhebliche Gleichmäßigkeit in der Verbreitung der Eier zwischen den dänischen Inseln und unserer Küste. Nur wenn durch stürmisches Wetter eine große Wasserzufuhr von Osten her eingetreten war, fehlten die Eier von Dorsch und Scholle, da sie in dem spezifisch leichteren Wasser des Ostens nicht schwimmen können.

Auf Grund einiger Beobachtungen von Sars (5) über das Laichen der Dorsch bei den Lofoten und wegen einiger anderen Erwägungen ging ich von der Ansicht aus, daß die Fische sich für das Laichgeschäft an bestimmten Orten sammeln müßten. Da war es auffallend, daß nichts auf das Vorhandensein solcher Orte hinwies und daß im Gegenteil die Gleichmäßigkeit der Verbreitung gegen lokale Ansammlungen zum Laichen sprach. Ich machte einige Versuche mit treibenden Flaschen während stürmischen Wetters und fand, daß die zusammen ausgesetzten Flaschen nach einiger Zeit sich ziemlich weit voneinander entfernt hatten. Besonders rasch kamen sie allerdings nicht auseinander, aber, indem ich für möglich hielt, daß Unterströmungen, die auf jene Flaschen nicht einwirken konnten, für die Verbreitung der Eier auch noch wirksam sein könnten, kam ich zu dem Glauben, daß die Eier von Laichplätzen aus so weit und so gleichmäßig verteilt würden, wie es gefunden wurde.

Ich hatte indessen nicht erwogen, daß die Fische während des Laichens nicht ruhig zu stehen brauchen und daß sie zum Absetzen ihrer Eier längere Zeit, wahrscheinlich einer größeren Reihe von Wochen, bedürfen. Wie sich die in Frage kommenden Fischarten während des Laichens verhalten, kann man nicht beobachten. Sie stehen so tief, daß man sie mit ihrem dunkeln Rücken von oben her nicht sehen kann. Ich kenne indessen das Verhalten der Heringe in dem brakigen Wasser der Schlei und habe darüber gelegentlich einer Arbeit von Kupffer (6) berichtet. Weibchen und Männchen gingen mit einer Geschwindigkeit von etwa 2—4 m in der Sekunde hinter- oder nebeneinander über den Grund, so eilig, daß sie in ein vorgehaltenes Schmetterlingsnetz hineinliefen. Das Wasser war durch entleertes Sperma lehmig aussehend gemacht, die Eier, die kleben, sobald sie einen festen Gegenstand berühren, wurden rings ausgestreut, so daß sie an den Rudern, an dem Netz und selbst an der in das Wasser gehaltenen Hand als Perlen, die

[1]) Al. Agassiz hatte ein schwimmendes Ei einer Pleuronectesart abgebildet (in Proceedings of the American Academie o Arts and Sciences, Vol. XIV und XVII). Außerdem hatte Malm (Bidrag til Kennedom of Pleuronectidernes utveckling, Svenska Veteskaps Akad. Handlingar, Vol. VII) Eier vom Butt befruchtet, die freilich untersanken.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

wie Tautropfen aussahen, klebten. Die an der Laichstelle wachsenden Wasserpflanzen waren dicht mit Eiern besetzt. Es machte den Eindruck, als wenn die Heringe sich jagten, doch mag es sich nur um eine lebhafte Bewegung zu dem Zweck, Eier und Samen zu entleeren, handeln. Von Cossar Ewart ist eine Beschreibung der Laichabgabe des Herings der Balantrae-Bank im Aquarium gegeben (7). Es wurden laichreife Heringe gefangen und in das Rothesay-Aquarium gebracht. Hier wurde von einem Weibchen, befriedigt — appearing satisfied — von einigen Steinen, die es untersucht hatte — been examining —, im Schwimmen haltgemacht und eine Eischnur entleert. Einige männliche Fische umschwammen dies Weibchen in einiger Entfernung und entleerten ein schmales, weißes Samenband, das bald im Wasser zerfloß. Es wird gesagt, es sei ein Überfluß von Nachweisen dafür gewonnen, daß wenigstens die Weibchen nahezu bewegungslos blieben, während die Eier abgelegt wurden. Der einzige Fall eines Beweises ist die eben mitgeteilte Beobachtung eines Fisches, dem sicher viele Schuppen fehlten und über dessen weiteres Leben nichts mitgeteilt wird. Daß das Verhalten des frisch eingefangenen Herings in dem Aquarium dem Verhalten in der freien Natur entsprechend sein sollte, ist um so weniger wahrscheinlich, als die Beschreibung vom Laichen, die Gießler (8) gibt, im ganzen mit meiner Beschreibung übereinstimmt. Ich finde in den Abhandlungen von Ewart nichts, was dafür beweisend wäre, daß der Laichprozeß auf der Balantrae-Bank anders verläuft, als er von mir in der Schlei direkt gesehen worden ist. Selbst wenn, was keineswegs klar ist, gesehen worden wäre, daß weibliche Heringe auf der Bank ruhig standen, ist damit noch nicht erwiesen, daß laichende weibliche Heringe stillstanden, denn das Laichen geht sicher periodisch vor sich. Autoren, die, wie Ewart, die Bedeutung direkter Beobachtungen negieren, erscheinen immer etwas unzuverlässig, wie denn auch von der biologischen Station in Helgoland nachgewiesen wurde, daß an gewissen Büschen abgesetzte Fischeier, die als Beweis für seine Ansicht von Ewart abgebildet wurden, gar nicht vom Hering herrührten. Wenn die Heringe auf der Balantrae-Bank sich so verhalten sollten, wie der Aquariumshering, so würden sie sich eben anders verhalten als die Schleiheringe. Eine direkte Beobachtung einfach zu streichen, ist unwissenschaftlich gehandelt und ist nicht zu rechtfertigen.

Die Beobachtung des Verhaltens von auf einem Laichplatz versammelten Fischen macht es wahrscheinlich, daß auch die in größeren Tiefen der Hochsee laichenden, treibende Eier absetzenden Fische in ähnlicher Weise ihre Eier ausstreuen. Der Stellnetzfang im Winter weist nach, daß die laichenden Schollen nicht ruhig liegen, sondern in lebhafter Bewegung sind. Damit erklärt sich dann auch die Gleichmäßigkeit, mit der nach den Befunden die Eier über große Meeresstrecken verbreitet sind. Ferner wird die Gleichmäßigkeit der Verteilung dadurch gefördert, daß nicht etwa ein Fisch an einem Tage alle seine Eier absetzen kann, sondern daß er dazu recht lange Zeit braucht. R. C. Earll (9) findet, daß z. B. von einem Dorsch, der 2700000 Eier hatte, nur zurzeit 400000 Eier gewonnen werden konnten. Da die Eier zu Brutzwecken abgestreift wurden, konnte Earll sich die Ansicht bilden, daß von dem Fisch wöchentlich etwa 337500 Eier reif wurden, so daß der Fisch zwei Monate für die Entleerung seiner Eier brauchte, weil sich auch noch ermitteln ließ, daß die Dorsch schließlich alle für die Laichperiode herangewachsenen Eier wirklich ganz entleeren. Es empfiehlt sich, dem noch die folgende, für die Scholle von Reibisch auf Grund seiner Zählungen und Messungen für mich ausgeführte Rechnung hinzuzufügen.

Der mittlere Durchmesser eines Schollenneies würde nach Ehrenbaum 1,9 mm sein. Demnach wäre das Volumen der Masse von 100000 Eiern = 359 ccm[3].

Länge der Scholle cm	Mittlere Eizahl	Volumen der Eier ccm	Volumen des Fisches ohne Ovar ccm	Volumen mit Ovar zur Laichzeit	Gefülltes Ovar
30	142580	512	200	325	125
35	234550	842	325	500	175
40	380550	1367	475	750	275

Da das zu entleerende Eivolumen größer ist als das Volumen des ganzen Fisches, ist die Notwendigkeit einer weithin gezogenen Laichperiode erwiesen. Das Ovar muß mindestens fünfmal mit neuen Eiern gefüllt werden. Ob die Eier kontinuierlich oder periodisch entleert werden, läßt sich nicht

sicher sagen. Bei Fischen, deren Ovar sehr mit reifen Eiern erfüllt zu sein pflegt, wird die Entleerung periodisch sein, weil der Ovarialsack nicht sehr erfüllt sein könnte, wenn die Eier entleert würden, sobald sie den Reifegrad erlangt hätten. Scholle, Flunder und Dorsch haben stark erfüllte Ovariensäcke, bei dem Sprott scheinen solche Eianhäufungen im Gegensatz zum Hering nicht vorzukommen. In jedem Fall wird durch die lange Dauer des Laichens die Gleichmäßigkeit der Verbreitung der Eier gefördert.

Ursprünglich war ich der Meinung, daß sich die Fische mit freischwimmenden Eiern zusammenscharen müßten, um die Befruchtung der Eier zu sichern, daß also eine Männchenmasse sein Sperma in das Wasser ausgieße und daß dort hinein, durch diese Spermamasse aufsteigend, die eben ausgestoßenen Eier kämen. Wenn aber, wie es bei dem Laichen der Heringe in der Schlei stattfindet, die Männchen neben den Weibchen schwimmen, geraten die ausgeworfenen Eier der Weibchen in das gleichzeitig entleerte Sperma der Männchen und die Befruchtung erscheint besser gesichert, namentlich wenn zu beiden Seiten des Weibchens ein Männchen schwimmt. Nach einer neueren Untersuchung von Reibisch (10) ist für die Scholle in der Laichregion der Ostsee die Zahl der Männchen größer als die Zahl der Weibchen, was um so leichter der Fall sein kann, weil die Männchen früher geschlechtsreif werden, als die Weibchen. Übrigens würde auch ein Männchen zur regelrechten Befruchtung genügen, wenn es dem Weibchen folgen oder ihm voranschwimmen würde. Die Nahrung der Larven auf hoher See ist sehr gleichmäßig verbreitet, daher wäre es unzweckmäßig, wenn dort sich Fischmassen an Laichplätzen zusammenfinden sollten. Am Strand und in den Buchten findet sich je nach den Lokalitäten eine besondere Nahrung gehäuft und man findet dort viele Monate hindurch die Brut. Wo diese Nahrung für das Gedeihen der Brut erforderlich ist, strömen die Fische dahin. Die Ursachen, weshalb diese Plätze gewählt werden, scheinen sehr verschiedene zu sein, aber es kann aus dem Vorkommen solcher Laichplätze ein Schluß, daß für die Fische mit freischwimmenden Eiern ein Laichplatz anzunehmen sei, nicht gezogen werden. Bei den lebendig gebärenden Fischarten handelt es sich doch immer um ein Pärchen, für den Seestichling ist seit Coste das gleiche bekannt, ebenso gilt es für die Syngnatusarten, bei denen das Männchen die Eier trägt. Für alle die, die Eier in Haufen anklebenden Fischarten dürfte auch nur ein Männchen bei dem Laichakt beteiligt sein. Es liegt also von dieser Seite her kein Grund vor, der Laichplätze für die Pleuronectiden und für die Gadiden wahrscheinlich macht, da sich leicht zu jedem Weibchen ein Männchen finden wird.

Es mag wohl sein, daß innerhalb der von einer Fischart bewohnten Fläche gewisse Regionen zum Laichen bevorzugt werden, aber vorläufig fehlt dafür der Nachweis. Die Schollen und die Flunder ziehen vor, in erheblicherem Abstand von dem Ufer den Laich abzusetzen und sichern auf diese Weise die Eier davor, an Land getrieben zu werden. In der Ostsee haben die Schollen eine Art Laichplatz in den Tiefen um Bornholm. Hier ist das Wasser noch genügend salzig, um die Befruchtung zu gestatten und die Eier schwimmend zu erhalten, anderswo in der Ostsee dagegen nicht. Solche Motive finden sich sonst in der Nordsee nicht und in der Beltsee kaum. Die Sprott laichen nahe am Lande, ich fand sogar ihre Eier reichlich innerhalb Laboe. An solchen Orten geht wegen des Zuflusses von süßem Wasser meistens der Strom auf das Meer hinaus, wodurch gleichfalls die Gefahr der Strandung der Eier vermieden sein mag. Die Frage, ob Berücksichtigung der Brutpflege irgendwelchen Einfluß auf den Ort des Laichens der Fische mit freischwimmenden Eiern hat, ist noch ganz unentschieden. Da die Brutpflege bei manchen Fischarten sehr weit getrieben ist, liegt der Gedanke nahe, daß sie stets eine Rolle spielen müsse. Es fragt sich in dieser Beziehung zunächst, ob ein weites Ausstreuen oder eine in dichten Massen geschehende Eiabgabe für die Erhaltung der Art günstiger ist. Wenn die Eier in dichten Massen bald hier, bald dort in der See abgegeben werden, dürfte deren Nekrotokos geringer sein, als wenn die gleiche Anzahl Eier in weiter Verbreitung abgesetzt worden wäre. Es werden in dem ersteren Fall an dem Ort relativ weniger Eifresser und Eiparasiten vorhanden sein, als unter der großen Fläche des letzteren Falls, daher würde die Verlustquote in dem ersteren Fall eine geringere sein. Dagegen würde die Larvenmasse sehr gedrängt sein und vielleicht so stark notleiden, daß der Vorteil geringerer Eizehrung ganz verloren ginge. Dieser Vorteil könnte überhaupt nur dann vorhanden sein, wenn die Zusammenscharung der laichenden Fische von dem Ort unabhängig stattfände. Sobald Laichplätze vorhanden sind, also Plätze, die Jahr für Jahr zum Laichen dienen, geht der Vorteil verloren, falls nicht die Eimassen überwältigend groß sind. Es werden sich ja auch die Fresser an diesen Orten einfinden, es wird dort die Brut

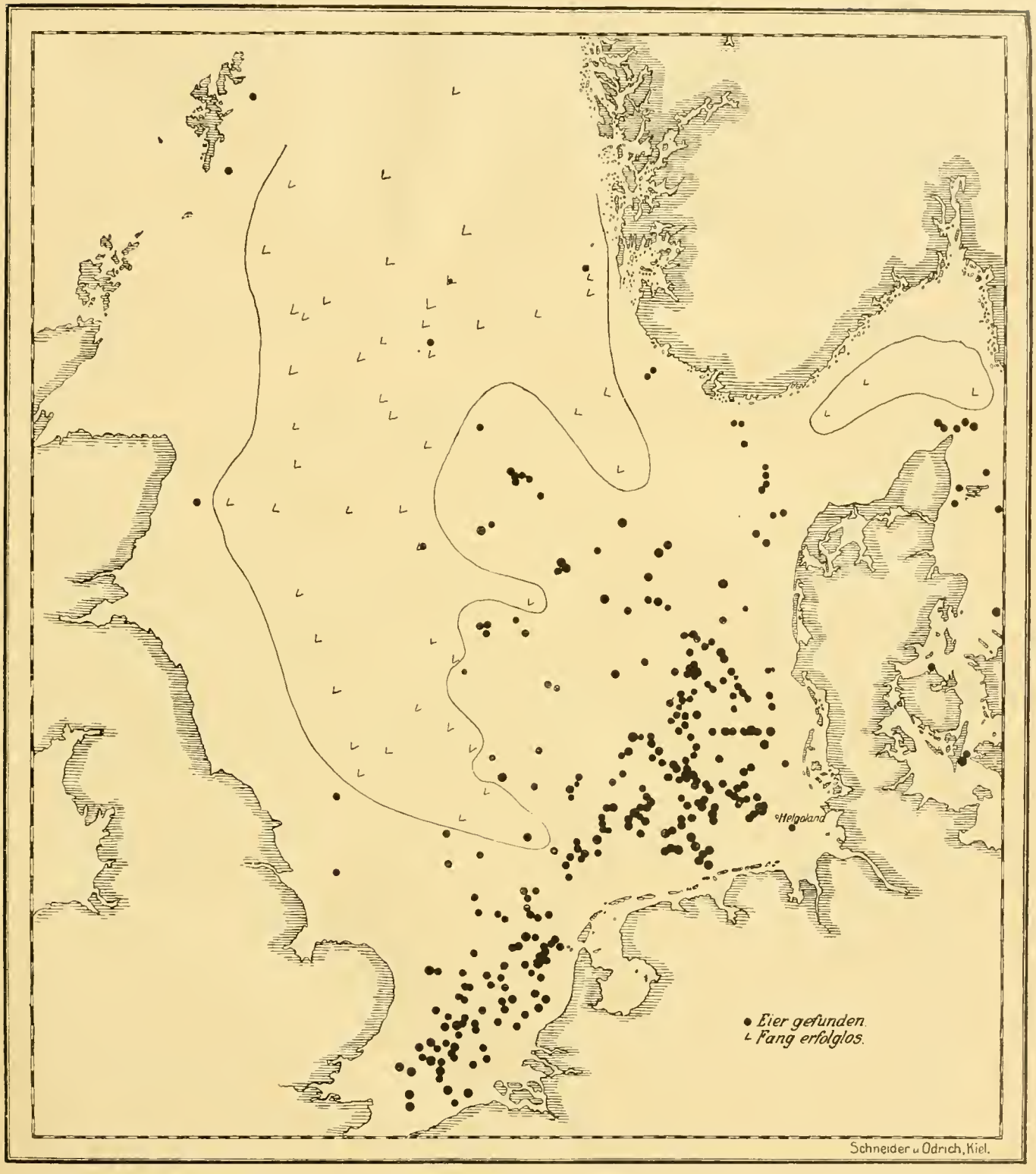
der Acalephen und der Parasiten besonders reichlich gebildet werden, somit der Vorteil der größeren Dichte völlig verschwinden. Die richtige Brutpflege wird daher möglichst ausgedehnter Eiabsatz sein.

Es könnten andere Umstände, z. B. möglichst rasche Entwicklung der Eier erstrebt werden und die Wahl von Laichplätzen bestimmen. So gewann es einmal den Anschein, als wenn für die Schollen ein Laichplatz vor der Nordseemündung des englischen Kanals gefunden sei. Hier laichen die Schollen früher im Jahr und reichlicher, als an anderen Orten. Das Wasser ist dort in der Tiefe sowohl salzhaltiger, wie auch wärmer, als sonst um diese Zeit in der übrigen Nordsee. Auf den größeren Salzgehalt ist indessen sicher kein Gewicht zu legen, weil die Scholle in der Ostsee noch bei recht geringem Salzgehalt sich fortpflanzt. Ehrenbaum (11) weist nach, daß die im Dezember und Januar vor der Kanalmündung abgesetzten Eier in einer Wasserschicht abgelegt werden, die in fortwährender Abkühlung begriffen ist, was dagegen spricht, daß diese Winterlaicher die Wärme des Wassers besonders aufgesucht haben. Die größere Dichte der Eier kann auch durch den von Ehrenbaum nachgewiesenen Umstand erklärt werden, daß der Schollenfang gerade dort besonders große Exemplare ergibt. Da diese sehr bedeutend mehr Eier absetzen, als kleinere und jüngere Exemplare, wird die Masse der Eier erklärlich. Nach Apsteins Befunden begann 1908 auch in der Beltsee das Laichen der Scholle etwa am 9. Dezember bei 5° Wärme, während später die Wärme bis 0° absank. Auch ich (12, S. 42) fand schon in so früher Jahreszeit die Eier. Welches die Umstände sind, die bewirken, daß sich in genannter Jahreszeit so viele und große Schollen vor der Kanalmündung sammeln, kann vorläufig nicht angegeben werden. Neben der Brutpflege können doch noch manche andere Ursachen für die Ansammlungen wirksam sein.

Ich habe in der nebenstehenden Karte alle von Ehrenbaum auf seine 5 Karten eingezeichneten Befunde von Eiern oder Larven der Scholle als Punkte verzeichnet. Neben diesen positiven Befunden verschiedener Jahreszeiten und Jahre finden sich manche Mißerfolge verzeichnet. Von diesen habe ich mit einem im rechten Winkel stehenden Strich die Versuche verzeichnet, die erfolglos waren und denen kein erfolgreicher Zug zur Seite steht. Diese Versuche sind nicht gerade zahlreich, weil die Helgoländer Fahrten die bezüglichen Meeresregionen weniger häufig durchkreuzt haben. Es kann nicht behauptet werden, daß an jenen Orten zu keiner Jahreszeit Schollen laichen. Die starken Entnahmen kleiner Schollen, mit denen Joh. Petersen so sehr erfolgreich den Limfjord besetzt, deuten an, daß die Schollen vor der Küste Jütlands viel ausgiebiger laichen, als die Karte dies erkennen läßt. Da Ehrenbaum erkannt hat, daß die Scholle in Tiefen über 40 m nicht laicht, erklärt sich die Lücke in der Nordsee einfach genug. Ebensowenig, wie es für das Vorhandensein von Laichplätzen spricht, daß die Scholle in der Nähe des Ufers nicht zu laichen pflegt, ebensowenig tut es der bisherige Befund, daß über großen Tiefen keine Eier gefunden zu werden pflegen. Ob dort die Schollen selbst reichlich sind, ist nicht festgestellt. Angenommen aber, daß die Darstellung völlig zutreffend sei, so ergibt sie jedenfalls, daß der größere Teil der Nordsee, vielleicht $^2/_3$ derselben von der Scholle als Laichplatz benutzt wird, daß man also, wenn man durchaus will, von einer Unzahl von Laichplätzen sprechen müßte. Es ist daher unbedingt falsch und die **Forschung hindernd** gewesen, einen oder einige Laichplätze anzunehmen und danach zu suchen. Ein größerer Teil der Nordsee ist Laichgebiet der Scholle, doch ist die Besetzung dieses Gebiets nicht überall gleich dicht. Dies ist zuerst durch die Eiexpedition (13) festgestellt worden, aber die Helgoländer biologische Station bestätigt es in ausgiebiger Weise[1]).

[1]) Ehrenbaum (11, S. 147) sagt: „Es gibt also überhaupt zirkumskripte Laichplätze von Fischen mit planktonischen Eiern! Dies Resultat erscheint vielleicht als etwas Selbstverständliches, aber es muß doch bemerkt werden, daß Hensen bei seinen im Jahre 1895 gemeinsam mit Apstein unternommenen Eiuntersuchungen in der Nordsee sehr geneigt war, sich noch von der Annahme des Gegenteils leiten zu lassen. Er sah die Nordsee als ein einheitliches Meeresgebiet an, in dem die Mehrzahl der dort beheimateten Fische ohne besondere Wahl überall ihre planktonischen Eier absetzt."

Hier liegt ein eigentümlicher Irrtum vor. Ehrenbaum ist es, der „noch" an der alten Ansicht, die ich schuf, als ich das Schwimmen der Eier von Scholle, Flunder, Kliesche und Sprott nachwies, festhält, während ich so glücklich gewesen bin, mich davon zu befreien. Redeke (21, S. 26) spricht von einem „eigentlichen" Laichplatz. Könnten wir uns nicht dahin verständigen, es solle Bedingung für diesen Ausdruck sein, daß irgendwelche für das Laichgeschäft genügend wichtige Umstände nachgewiesen sein müssen, um wenigstens die älteren, klügeren Fische zu bewegen, dorthin zu wandern und mit einer dem Begriff „Laichplatz" entsprechenden Dichte dort zu verweilen?


Helgoland
● Eier gefunden.
L Fang erfolglos.
Schneider u Odrich, Kiel.

Es dürfte richtig sein zu untersuchen, wie sich der Brutfang auf einem wirklichen Laichplatz verhalten muß. Die Bedingung für einen solchen Platz wäre, daß alle die Fische zu diesem Platz hinkommen, die dem Platz näher als jedem anderen Laichplatz stehen und daß überhaupt nur an Laichplätzen diese Fische Laich abgeben, wie dies ja Fische mit Laichplätzen tun. Die Anzahl der Eier, die eine Scholle in der Nordsee erzeugt, ist nach Größe und Alter des Fisches sehr verschieden. Franz (14) gibt eine Reihe von 103 brauchbaren Zählungen, erklärt aber, daß diese Zahl noch für ein sicheres Bild nicht ausreichend sei. Seine extremsten Zahlen sind 9000 und 715000, indessen ist das Minimum doch wohl abnorm; das nächste Minimum ist 22400 Eier. Wenn ich die Eizahlen addiere und durch 103 dividiere, erhalte ich das arithmetische Mittel 233000. Wenn ich die Zahlen ihrer Größe nach ordne, so wird die mittelste Zahl = 182000. Gewöhnlich wird für die Nordseescholle 200000 Eier als Mittel genommen, was also auch nach diesen neueren Zählungen von Franz genügend zutreffend sein dürfte. Ich nehme also diese Zahl zum Ausgangspunkt der Untersuchung.

Die weiblichen Fische werden auf einem Laichplatz so liegen, daß auf jedes Weibchen ein Sechseck oder, was nahezu dasselbe ist, ein Kreis der Bodenfläche entfällt. Der Abstand des benachbarten Weibchens ist dann gleich dem Durchmesser dieses Kreises. Danach berechnet sich die Anzahl der Eier, die unter einem m^2 der Oberfläche befindlich sein können, wie folgt:

Jedes Schollenweibchen zu im Durchschnitt 200000 Eiern gerechnet.

Abstand in m . .	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	100	200	500	1000
Fläche für 1 Weibchen m^2	7,07	12,566	19,635	28,28	38,48	50,27	63,62	78,54	311,2	706,8	1257	1964	7854	31416	196350	785398
Vertikalfang m^2 Eier	28300	15915	10190	7074	5198	3978	3134	2546	637	283	159	102	25,5	6,4	1,0	0,25

Dieser Aufstellung gegenüber könnte geltend gemacht werden, 1. daß ja nicht alle Eier zugleich abgelegt werden. Die Eier der Scholle gebrauchen bis zum Ausschlüpfen bei 0° 69, bei 1° 48, bei 2° 38 Tage, das sind Zeiten, die etwa für die volle Eiabgabe einer Scholle erforderlich sein werden. Es müßten danach also wirklich etwa soviel Eier zu Ende der Hochzeit auf dem Laichplatz vorhanden sein, wie die Tabelle angibt. 2. Es ist die Zehrung nicht gerechnet. Für die Beltsee kann diese, wie später gezeigt werden soll, auf mindestens 1% pro Tag gerechnet werden. Dadurch würde dann im Lauf von 60 Tagen die Eimasse auf nahezu die Hälfte reduziert werden. Diese Zehrung trifft aber selbst in diesem extremen Fall nur die ältesten Eier, dagegen die überwiegende Masse der jüngeren Stadien trifft sie viel weniger stark. 3. Es wird nachgewiesen werden, daß, wenigstens in der Beltsee, die älteren Stadien auf dem Boden oder ihm so nahe liegen, daß sie von dem Einetz nicht gefangen werden. Daher ist nicht die ganze unter dem m^2 liegende Eimenge als fangbar anzusehen.

Aus diesen Gründen ist die oben als unter dem m^2 vorkommende berechnete Eizahl für die Beltsee etwa zu halbieren, denn die Eier, von denen wenig gezehrt worden ist, werden gelangen und nur die stärker gezehrten Eier entgehen zu einem Teil dem Fang. Es ergibt sich dabei, daß der Fang von nur einem Ei stattfinden kann, wenn die laichenden Schollen 357 m auseinander liegen. Solche und noch weit kleinere Fänge sind in den Helgoländer Tabellen häufig verzeichnet. In allen diesen Fällen kann nicht behauptet werden, daß ein Laichplatz im engeren Sinn vorhanden sei. Einmal ist ein Fang von 1505 Scholleneiern registriert. Das würde einem Abstand der Weibchen von 9 m entsprechen. Ob ein solcher Abstand schon klein genug ist, um den Bestand eines Laichplatzes zu proklamieren, mag dahingestellt bleiben, ein ganz vereinzelter Befund dürfte zufällig sein. Gegenüber allen anderen Befunden, die die Abwesenheit von Laichplätzen nachweisen, und in Erwägung, daß den Laichplätzen doch eine gewisse Ausdehnung eigen sein muß, fehlt bisher für die Nordsee jede Wahrscheinlichkeit dafür, daß Laichplätze existieren. Für die Beltsee hat bereits Apstein den Nachweis geführt, daß die Annahme von dort vorkommenden Laichplätzen irrig gewesen ist. Es sei noch daran erinnert, wie bei den Lofoten zuweilen beobachtet worden ist, daß das Senkblei innerhalb laichender Dorschscharen von Rücken zu Rücken der Fische fällt, hier also der Abstand der Fische weniger als 1 m betragen haben muß.

Man möchte erwarten, daß wenigstens die Fische, die in Scharen gehen, indem sie vereint in großer Dichte laichen, entsprechend sehr dicht liegende Eier haben müßten. Die Befunde, die Ehrenbaum von der Makrele *(Scomber scomber)* verzeichnet, ergeben zwar eine recht unregelmäßige Verbreitung der Eier, aber die höchsten Zahlen liegen weit unter 100, so daß auch in diesem Fall die Eier weit zerstreut waren. Freilich war noch nicht die Hochzeit des Laichens der Makrelen getroffen.

Nach allen diesen Belägen ist der Ausdruck „Laichplatz" im engeren Sinne benutzt, entschieden irreleitend, aber selbst der Ausdruck Laichrevier oder Laichgebiet kann nur mit einer gewissen Reserve benutzt werden. Sicher kann nur gesagt werden, daß die Fische dort laichen, wo sie sich zur Zeit der Laichreife aufhalten. Es ist gewiß, daß die Makrele, der Hornfisch (Belone) und der Thunfisch aus hoher See in die Buchten kommen, um zu laichen. In solchem Fall kann man daher gewisse Buchten als Laichgebiet oder als Laichplatz im weiteren Sinn bezeichnen. In diesem Sinn ist z. B. die große Fischbai an der westafrikanischen Küste und die Nordsee ein großer Laichplatz. Ich bin voll berechtigt gewesen, diesen Ausdruck für die Nordsee zu gebrauchen.

Nach meinen eingangs erwähnten Einuntersuchungen habe ich noch drei Jahre lang mich bemüht, das Vorkommen der Eier in der Beltsee festzustellen. Die Untersuchung betraf wesentlich ein Gebiet der Beltsee, das damals fast ausschließlich von Eckernförder Fischern befischt wurde. Neben den leicht nach Größe und Laichzeit abzuscheidenden Eiern der Flunder und der Kliesche lagen fast nur Eier der Scholle und des Dorsch *(Gadus morrhua)* vor. Ich berechnete (12, S. 43), daß etwa 278 Eier pro m^2 geschwommen seien. Da ich zugleich die Fänge der Eckernförder Fischer statistisch festgestellt und auch einige der Fische auf ihren Eigehalt ausgezählt hatte, schien eine grob annähernde Bestimmung darüber möglich zu sein, wieviel laichende Fische in dem untersuchten Gebiet vorhanden gewesen waren, und ferner zu berechnen, wie viele von diesen Fischen jährlich gefangen worden waren. Ich bin dabei zu dem Resultat gekommen, daß jährlich zwischen $^1/_4$ und $^1/_2$ dieser Fische auf den Markt gebracht worden seien. Bis dahin hatte ich taxiert, daß nur ein viel kleinerer Anteil gefangen würde. Dies kann nur eine sehr grobe, mit großer Reserve anzunehmende Annäherung sein. Es kann gesagt werden, daß es besser sei, Rechnungen mit so unsicherer Basis ganz zu unterlassen. Dagegen ist geltend zu machen, daß man bei solchen Untersuchungen niemals weiter kommen kann, als zu annähernden Mittelwerten. Solche Annäherung wird zunächst nur sehr grob ausfallen können; durch weiter und weiter fortschreitende Untersuchungen werden sich Korrekturen gewinnen lassen, die die Annäherung immer enger und enger gestalten werden. Man könnte ja sagen wollen, eine Rechnung dürfe erst dann angestellt werden, wenn der mittlere Fehler bis zu einer bestimmten Größe hinunter gesunken sei. Es läßt sich weder angeben, wie hoch dieser mittlere Fehler anzunehmen sei, noch kann man ohne Rechnung ermitteln, wie hoch etwa der Fehler ist. Daher ist zu verlangen, daß Rechnungen versucht und mitgeteilt werden. Gerne kann erklärt werden, daß der Autor darauf kein Gewicht legen könne, aber solche Erklärung hat erst dann einige Bedeutung, wenn solcher Versuch von ihm gemacht worden ist. Bei der Ausdehnung und der Schwerfälligkeit der jetzt mitgeteilten Tabellen kann es auf die paar Druckzeilen mehr nicht ankommen. Gegenüber meiner Zahl von 278 Eiern von Dorsch und Scholle ergibt sich aus Apsteins spärlichen quantitativen Eifängen in der Beltsee, daß etwa 255 Scholleneier pro m^2 gefangen worden sind. Darauf komme ich später zurück.

Die Versuche in der Beltsee sind insofern unbefriedigend und mißlich, als die Eier auf den Boden sinken, wenn und wo viel Wasser aus der Ostsee eindringt und weil ihr Bestand sich durch Ein- und Austritt des Kattegatwassers sehr verändern wird. Ein besser gesicherter Erfolg schien mir von einer Untersuchung in der Nordsee zu erwarten. Es gelang mit Hilfe des deutschen Seefischereivereins, eine solche Untersuchung auszuführen. Es wurden 1895 mit einem Fischereidampfboot drei Fahrten von achttägiger Dauer durch die Nordsee unternommen (13). Sie begannen am 15. Februar, am 27. Februar und am 25. März. Die Herren Apstein und Vanhöffen führten sie aus, da ich nur an einem kleinen Fahrtabschnitt im März teilnehmen konnte. Es wurde dabei, soweit das Wetter es erlaubte, Tag und Nacht alle vier Stunden gefischt. Auf der ersten Fahrt in dem besonders kalten Winter wurden bei 54 Fangversuchen 8 Nullfänge gemacht, davon entfielen aber 7 Züge auf das eisige Wasser um Helgoland und vor der schleswigschen Küste. Auf der zweiten Fahrt ergab sich nur noch ein Nullfang. Auf der dritten

Fahrt, wo ein 1 m² Oberfläche fischendes Netz verwendet wurde (in dem „Leben im Ozean" ist irrig gesagt, daß zweimal mit dem großen Netz gefischt sei), brachte jeder Zug Eier oder Fischlarven. Das Mittel aus allen 167 Fängen stellt sich auf 92 Eier und Larven pro m². Die ganze Nordseefläche wird zu 547 000 Millionen m² gerechnet. Danach würden von den im Winter laichenden Fischen mit schwimmenden Eiern etwa 150 Billionen Eier geliefert. Diese Zahl ist etwas zu klein. Auf der ersten Fahrt war das Laichen meistens noch im Beginn. Vor der Mündung des Kanals ist es, wie die niederländischen Forscher ermittelt haben, im Februar für Schollen schon in voller Entwicklung, unser Schiff ist aber dorthin nicht gekommen. Die ersten beiden Fahrten folgten auch etwas dicht aufeinander, so daß Eier doppelt gezählt sein mögen, dagegen war der Zeitabstand zwischen zweiter und dritter Fahrt etwas zu groß. Eine genaue Berechnung der vorhandenen Eier ist nicht tunlich, doch zeigen die später folgenden Verrechnungen der Beltseefänge Apsteins, daß die wirklich abgelegte Eimenge nicht von der gefundenen Menge sehr verschieden sein wird. Ich werde noch auf diese Expedition zurückkommen.

Die Plankton-Expedition fand in dem warmen atlantischen Ozean eine recht gleichmäßige Verteilung von Eiern und Larven. Leichplätze und laichende Schwärme wurden durch die Befunde nicht erkennbar. Als Mittelzahl haben sich 52 Eier und Larven pro m² ergeben. Apstein hat gelegentlich der Valdiviafahrt in dem atlantischen und indischen Ozean fast genau das gleiche Mittel, nämlich 50 pro m² gefunden. Dies sind also etwa halb so hohe Zahlen, wie die von uns in der Nordsee gefundenen. Die Eimenge in der Nordsee bezieht sich nur auf die Zahl, die etwa für die kalte Jahreshälfte im Minimum anzunehmen ist; wie groß die Zahl für das ganze Jahr zu schätzen wäre, ist noch nicht zu erkennen. Im Ozean zwischen Äquator und Golfstrom scheint das Leben das ganze Jahr hindurch ziemlich gleichmäßig dahin zu fließen, so daß die angegebene mittlere Dichte der frei und isoliert schwimmenden Eier für das ganze Jahr nicht sehr weit von dem angegebenen Mittel abweichen dürfte. Daß die wirkliche Zahl halb oder doppelt so groß sein sollte, ist mir zurzeit nicht wahrscheinlich. Die Fischarten, von denen die Eier stammen, sind nicht ermittelt, aber es kann recht sicher gesagt werden, daß fliegende Fische dabei nicht beteiligt gewesen sind.

Recht eigentümlich ist es, daß im warmen Wasser auf 1 Ei 2,3 Fischlarven kamen, während wir in der Nordsee 4 Eier auf 1 Larve gefangen haben. Im warmen Ozean, dessen Temperatur unter der Oberfläche zu 25° bis 27° gefunden wurde, müssen sich die Eier sehr rasch bis zum Ausschlüpfen der Larven entwickeln. Man bezeichnet mit dem Ausdruck „Tagesgrade" die Zahl, die sich ergibt, wenn man die Tage, die das Ei eines Fisches bei bestimmter Temperatur bis zum Ausschlüpfen der Larve gebraucht, mit der während dieser Zeit vorhandenen Wärme, in Celsiusgraden ausgedrückt, multipliziert. Die Tagesgrade wären demnach eine Konstante für jede Eiart. So finden es wenigstens Reibisch (4A.) und Apstein (4). Dabei ist aber zu beachten, daß die Grade von einem Punkt aus gezählt werden müssen, bei dem das Ei in der Entwicklung völlig stillsteht. Dieser Nullpunkt liegt bei den nordischen Fischen einige Grade unter Null. Wenn ich annehme, daß der Nullpunkt bei den tropischen Fischen bei Null Grad Celsius liegt, so ergibt die Rechnung, daß ein Schollenei, das eine recht weitgehende Entwicklung des Embryo im Ei hat, etwa im Süden 6,6, ein Flunderei, das die Larve noch wenig entwickelt ausschlüpfen läßt, 2,2 Tage im Wasser schwimmt.

Die Fänge im warmen Ozean zeigten eine recht gleichmäßige Verteilung von Eiern und Larven. Unter 85 Fangorten ergab einer bei etwas ausgiebiger Befischung nichts, ein zweiter wurde nur mit dem Planktonnetz, das kaum 0,8 m² Oberfläche abfischte, untersucht und gab auch nichts, alle übrigen Fangorte wiesen das Vorhandensein der Fortpflanzungsprodukte nach. Daher darf mit den mittleren Resultaten gerechnet werden. Wir haben im Mittel 12,35 Eier unter dem m² erhalten. Nehme ich die mittlere Schwimmzeit der Eier zu 7 Tagen an, was zu hoch gerechnet ist, und nehme ferner an, daß im Wasser jederzeit die etwa gleiche Anzahl Eier schwimmt, vernachlässige ich endlich den Umstand, daß die Eier durch Zehrung vermindert gewesen sein müssen, so erhalte ich 52 . 12,35 = 642 Eier als im Laufe des Jahres pro m² produziert. Daß trotzdem zurzeit immer nur wenig Eier schwimmen, erklärt sich einfach genug aus der Kürze der Schwimmzeit der Eier.

Die Larven sind im Ozean relativ zahlreich. Die Entwicklungsdauer dieser Larven muß durch die Wärme abgekürzt sein, solange sie noch vom Dotter zehren. Sobald sie Nahrung aufnehmen müssen,

wird kaum noch die Wärme auf ihr Wachstum Einfluß haben, sondern wesentlich nur die Menge der Nahrung. Diese ist in dem warmen Ozean nicht dicht, daher mag dort wohl die Zeit, während der die Fischchen noch durch das Planktonnetz fangbar geblieben sind, etwas länger als im kalten Wasser sein. Dieser möglicherweise in der Wachstumsgeschwindigkeit vorhandene Unterschied reicht sicher nicht aus, das Manko in dem Larvenfang des Nordseewassers zu erklären, um so weniger, als die Fische in dem warmen Wasser behender sein werden, als in dem kalten Wasser. Ehrenbaum mißtraut mit Recht dem Larvenfang in der Nordsee. Er beruft sich aber darauf, daß die Fischchen schon in frühen Stadien dem Fang mit der Pinzette auszuweichen wissen und daß sie sich später zu Scharen vereinen und aus beiden Gründen nicht quantitativ gefangen werden können. Diese Tatsachen scheinen mir das Verhalten nicht zu erklären, denn die Ozeanbefunde zeigen, daß sich die Larven recht gut fangen lassen, und außerdem hat Sund (15) eingehend nachgewiesen, daß Sprottlarven durch Vertikalzüge noch sicher gefangen werden, wenn sie schon erhebliche Größen erlangt, lange Zeit schon geschwommen haben. Nach Ehrenbaums und Mielcks Tabellen (11) ist der relative Mangel namentlich der Fischlarven, die wie die Flunder noch sehr unreif ausschlüpfen, ganz gewaltig. Die Flunderlarven, die Ehrenbaum auf der Wanderung nach der Küste betroffen hat, werden wohl sicher schon weit herangewachsen gewesen sein und zählen kaum mit. Leider habe ich gelegentlich der Nordseefahrt nicht die Altersstufen getrennt verzeichnet. Um etwas Klarheit zu gewinnen, habe ich meine Beltseebefunde über Fischchen und Eier, die leider meistens auf Fängen mit dem zu kleinen Einetz beruhen, zusammengezählt. Sie ergeben, daß auf 11 Eier 1 Fischchen gekommen ist. Ich habe ferner einige der Befunde aus den Tabellen von Mielck-Ehrenbaum zusammengesucht. Das Ergebnis legt die folgende Tabelle vor.

		1909 5./I.—17./I.	1908 30./I.—8./II.	1908 15./II.—9./III	1907 25./II.—27./II.	1908 12./III.—15./III.	1906 3./IV.—18./IV.	Summe	Eizahl auf 1 Larve
Scholle:	Eier	628	503	49*)	2	29	12	1223	4,8
	Larven	53	140	1	0	50	12	256	
Flunder:	Eier	1	54	11	2	61	231	360	18
	Larven	0	0	0	0	7	13	20	
Kliesche:	Eier	1	280	117	5	1230	2189	3822	54,6
	Larven	0	0	1	0	10	59	70	

*) Es ist ein Ort ausgelassen, wo 1030 Eier auf 3 Larven gefangen wurden.

Die Anzahl der Larven ist bei *Pleuronectes flesus* und *limanda* sehr gering. Die Zusammenstellung zeigt deutlich, daß für die beiden letzteren Arten noch in etwas zu früher Jahreszeit gefischt worden ist. Dagegen ist aber zu erwägen, daß das Verhältnis zwischen Eiern und Larven bei ihnen günstiger sein muß, als bei *P. platessa*. Die Schwimmdauer der Eier ist nämlich sehr viel kürzer, die Larven aber sind zunächst viel weniger weit entwickelt, wie die Larven von *P. platessa*, müssen also viel länger schwimmen. Bei dem Ausschlüpfen sind ihre Augen noch ohne Pigment, der Dotter ist relativ groß, die Larven sind noch recht klein. Es kann also kaum anders sein, als daß bei der Flunder und der Kliesche die relative Anzahl der Larven größer sein muß, als bei der Scholle, und doch lauten die Fangergebnisse ganz anders. Es wäre möglich, daß die sehr zarten und weichen Larven durch den recht erheblichen Druck, der in dem Einetz überhaupt und namentlich bei dem Hub über Wasser entsteht, durch die nicht ganz engen Poren des Netzes gepreßt werden. Ich bedaure daher, daß ich keine Parallelversuche mit feiner Müllergaze in Nordsee und Beltsee aufweisen kann. Die Jahreszeiten, während deren ich mit diesem feineren Netzzeug dort gefischt habe, waren arm an Eiern. Höchstwahrscheinlich ist mir, daß die im Anfang wenig schwimmfähigen Larven zunächst zu Boden sinken. Die Eier mit reifen Embryonen gehen meistens ziemlich tief und es könnte wohl sein, daß die Larven mit Dotter auf oder dicht über dem Boden liegend ausreifen. Dann wird das Vertikalnetz sie nicht fangen können, auch werden die Schollen-

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

larven sich rascher vom Boden erheben, als die Flunder- und Klieschenlarven. Auf der hohen See können die Larven den Boden nicht erreichen und daher dem Vertikalnetz nicht entgehen. Nach meinen Befunden genügt es auch wohl für sie, bis zu einer Tiefe von 200 m zu fischen. Ob die Larven in der ersten Periode am Boden liegen, wird sich durch geeignete Netze (ich habe in meiner ersten Eiarbeit [3] ein solches angegeben) oder durch Joh. Petersens Verfahren, den Meeresboden aufzuheben, ermitteln lassen. Das Vertikalnetz wird wohl einige ganz junge Larven aufbringen können, das würde aber nicht gegen die Lagerung der Larven auf dem Boden beweisend sein, denn solche Larven können gerade aus dem noch schwimmenden Ei ausgekrochen sein und werden daher den Boden noch nicht erreicht haben.

Für den Tiefstand der Eier mit reifen Embryonen sind in unserer Eiexpedition in der Nordsee mehrfach Belege gegeben. Für den Tiefstand der Larven spricht mein folgender, im Fangverzeichnis III registrierter Stufenfang vom 13. Juli 1884:

Tiefe m	3	6	9	12	15	18	21	22
Eier	0	0	0	2	2	5	3	8
Larven	0	0	0	0	0	0	1	1

Die Quantität der am Boden liegenden Larven zu bestimmen, dürfte so schwierig und zeitraubend sein, daß darauf verzichtet werden muß. Aus der Zahl der freischwimmenden Larven könnte sie berechnet werden, wenn der Nekrotokos (Zinsfuß des Todes) und die Dauer dieser Stadien bestimmt worden ist. Da die freischwimmenden Larven schon durch das große Planktonnetz mit seinem engen Eingang im Ozean recht gut gefangen werden, dürfte ihr Fang mit einem Netz, das 1 oder $1^1/_2$ m^2 der Oberfläche abfischt, genügend verläßlich sein. Die Intelligenz und die Beweglichkeit der Larven wird nicht groß genug sein, um ein Ausweichen vor solchem Netz zu gestatten.

Reibisch (4. A. S. 225) hat gesehen, daß die frühzeitig ausschlüpfenden Schollenlarven zunächst zu Boden sinken, über die später ausschlüpfenden Larven macht er keine deutliche Angabe, aber er sagt mir, daß er glaube, diese Larven hätten sich schwimmend erhalten. Daß also Larven sogar der Scholle auf den Boden sinken, ist damit direkt demonstriert. Es soll nicht gesagt werden, daß die Larven aller bezüglichen Fischarten ein Bodenstadium durchlaufen. Ich habe mit der Hand eine eben ausgeschlüpfte Sprottlarve von der Oberfläche geschöpft. Diese Eier schwimmen bekanntlich noch in stark brackigem Wasser.

Die Eiexpedition in der Nordsee ist recht unfreundlich aufgenommen worden. Es mag erwartet sein, daß die ganze Angelegenheit zu abschließender Erledigung gebracht sei, und da dies nicht der Fall gewesen ist und es auch nicht sein konnte, ging man in das andere Extrem über und hielt die Arbeit für mindestens völlig wertlos. Ich will versuchen, mit Hilfe der neueren Ergebnisse zu beweisen, daß beide Ansichten falsch sind.

Meine Meinung, daß durch unsere Untersuchungsfahrten endlich eine annähernde Vorstellung über den Eibestand in der Nordsee werde gewonnen werden könne, begründete sich damals auf meine Untersuchungen in der Beltsee. Dort hatte ich eine Reihe von Parallelfängen gemacht, die folgendes Ergebnis gehabt haben:

Fang-nummern	25	28	135	143	148	160	162	164	166	168	170	172	181	183	185	234, 244
	26	29	136	144	149 150	161	163	165	167	169	171	173	182	184	186	254, 264
Eier . .	0	9	1,3	0,8	35	33,8	3,3	766	27,4	17	67,4	43,8	16	33	22,4	4, 5
	1	7	3,7	1,6	28 29	36,6	3,3	36,3	12,6	7	61	54,4	6	27,8	12	3, 8
Larven .	—	—	11	—	—	2,5	3,3	einige	—	1	1	—	2,4	4,3	3,2	—
	—	—	10	—	—	1,2	0	2,5	—	0	0	—	1,2	5,2	1,6	—

Die Bruchteile erklären sich dadurch, daß alle Fänge auf die Tiefe von 20 m umgerechnet sind. Die Verhältnisse der Parallelfänge werden dadurch nicht gestört. Es zeigte sich, daß die Unterschiede in der großen Mehrzahl der Fänge innerhalb leidlich kleiner Grenzen blieben. Nur der Fang Nr. 164 zeigt eine sehr starke Abweichung. Da aber auch die hier nicht registrierten Fälle, die in Abständen von einer Seemeile gemacht wurden, meistens nahezu gleiche Zahlen gegeben hatten, und da in der Beltsee so sehr starke Veränderungen des Wassers eintreten, hielt ich es, wie schon erwähnt, für berechtigt, eine größere Untersuchung der Nordsee auf ihren Eibestand zur Ausführung zu bringen.

Wieweit meine Annahme gleichmäßiger Verteilung zutreffend gewesen ist, ergibt die Vergleichung der Parallelfänge, die auf den Untersuchungsfahrten der biologischen Station in Helgoland von Ehrenbaum und von Ehrenbaum und Mielck (11) gemacht worden sind. Ich gebe hier das Verzeichnis ohne die Journalnummern, weil diese nichts Wesentliches lehren. Strodtmann (17) hat seine Fänge nicht addiert, weshalb ich sie nicht benutze, doch würde das Ergebnis kaum anders ausgefallen sein.

Alle Eier	68 94	122 111	37 47	200 191	212 190	57 58	76 73	75 66	44 51	39 17	24 25	18 28	24 34	27 27	30 32	180 216	51 64 63	51 53 40
Maximum : Minimum	1,38	1,11	1,28	1,05	1,12	1,02	1,04	1,14	1,16	2,29	1,04	1,56	1,42	1	1,07	1,22	1,25	1,32
Larven	— —	— —	— —	4 2	1 0	2 2	0 2	2 2	1 0	0 1	0 1	0 1	— —	— —	— —	— —	1 —	— —
Maximum : Minimum	—	—	—	2	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Alle Eier	72 59	57 58	44 46	33 13	222 175	43 38	12 5	6 7	6 2	7 4	5 20
Maximum : Minimum	1,22	1,01	1,05	2,54	1,27	1,13	2,40	1,17	3	1,75	4
Larven	0 2	4 1	— —	6 0	3 3	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Maximum : Minimum	—	4	—	—	1	—	—	—	—	—	—

Alle Eier	1 2	8 5	3 6	80 102	151 102	58 53	102 102	79 77	45 47	38 41	12 14	9 17	85 69	19 9	271 268	70 53	172 93
Maximum : Minimum	2	1,60	2	1,28	1,48	1,10	1,00	1,02	1,05	1,07	1,17	1,90	1,23	2,11	1,01	1,32	1,85
Larven	— —	1 0	3 1	10 22	73 43	88 41	148 130	36 30	57 121	3 8	0 0	0 0	7 10	1 2	6 4	19 28	16 13
Maximum : Minimum	—	—	3	2,20	1,70	2,15	1,14	1,20	2,12	2,67	—	—	1,43	2	1,50	1,48	1,24
Schollen-Eier	— —	— —	3 6	12 23	61 31	48 40	73 78	37 22	0 3	28 26	2 3	0 0	0 1	5 1	3 1	1 2	— —
Maximum : Minimum	—	—	2	1,92	1,97	1,20	1,07	1,69	—	1,08	1,50	—	—	5	3	2	—
Schollen-Larven	— —	— —	2 0	7 11	40 28	8 8	15 11	0 4	7 7	— —	— —	— —	3 0	1 0	3 2	0 1	— 3
Maximum : Minimum	—	—	—	1,57	1,43	1	1,36	—	1	—	—	—	—	—	1,5	—	—

Alle Eier	82	18	81	154	56	3	86	56	56	693	1	0	0	5	11	55	42
	42	32	64	169	56	6	94	53	49	359	0	0	1	9	12	41	39
Maximum : Minimum	1,96	1,78	1,27	1,10	1,00	2	1,10	1,06	1,14	1,93	—	—	—	1,80	1,09	1,34	1,08
Alle Larven	0	—	23	6	1	2	74	39	6	3	0	9	0	9	1	30	44
	2	—	15	16	—	3	84	33	1	3	4	10	0	2	0	19	48
Maximum : Minimum	—	—	1,54	2,66	—	1,50	1,14	1,18	6,00	1	—	1,11	—	4,50	—	1,58	1,10
Schollen-Eier	—	—	1	9	—	—	1	1	—	3	—	—	1	5	11	55	37
	—	—	1	6	—	—	0	0	—	0	—	—	0	9	12	41	37
Maximum : Minimum	—	—	1	1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,80	1,09	1,34	1
Schollen-Larven	—	—	14	4	—	—	—	—	3	1	—	—	0	—	1	5	8
	—	—	7	11	—	—	—	—	1	0	—	—	0	—	0	1	8
Maximum : Minimum	—	—	2	2,75	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	5	1

Alle Eier	72	48	76	0	127	37	39	35	72	17	41	21	0	12	55	110	92
	64	49	93	0	104	71	38	54	90	25	38	23	0	5	57	74	114
Maximum : Minimum	1,13	1,02	1,22	—	1,22	1,92	1,03	1,54	1,25	1,47	1,08	1,10	—	2,40	1,04	1,49	1,24
Alle Larven	19	11	36	5	22	2	3	4	4	5	5	1	0	5	5	11	25
	16	21	40	4	23	5	3	3	0	5	1	0	1	10	16	6	17
Maximum : Minimum	1,19	1,09	1,11	1,25	1,08	2,50	1	1,33	—	1	4	—	—	2	3,20	1,83	1,48
Schollen-Eier	68	43	76	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1
	58	49	93	0	2	0	0	3	1	1	—	—	—	—	—	—	0
Maximum : Minimum	1,17	1,14	1,23	—	2	—	—	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Schollen-Larven	7	4	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	8	2	0	0	0	0	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—
Maximum : Minimum	1,15	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Alle Eier	122	95	130	231	153	14	20	104	49	27	71	27	37	37	20	29	—	—
	145	137	146	306	137	9	27	67	28	12	84	30	35	28	22	19	—	—
Maximum : Minimum	1,19	1,44	1,12	1,32	1,12	1,56	1,35	1,55	1,75	2,25	1,18	1,11	1,06	1,32	1,10	1,53	—	—
Alle Larven	24	87	224	194	35	12	15	19	23	1	6	18	9	23	4	1	—	—
	30	111	239	142	48	12	18	7	26	3	1	13	10	2	2	1	—	—
Maximum : Minimum	1,25	1,28	1,07	1,37	1,37	1	1,20	2,71	1,13	3	6	1,39	1,11	11,5	2	1	—	—

Alle Eier	45	46	59	80	298	178	7	33	7	41	4	0	3	8	5	580	12	13
	67	63	87	110	354	268	13	27	3	40	1	2	2	10	6	475	6	11
Maximum : Minimum	1,49	1,37	1,47	1,38	1,19	1,51	1,86	1,22	2,33	1,03	3	—	1,50	1,25	1,20	1,22	2	1,18
Alle Larven	20	14	31	16	2	5	1	—	—	—	—	—	0	0	106	25	1	1
	6	16	24	10	2	5	0	—	—	—	—	—	1	1	124	21	1	1
Maximum : Minimum	3,33	1,14	1,30	1,60	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1,17	1,20	1	1

Schollen-Eier	0	1	0	0	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	547	7	3
	2	0	0	0	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	456	2	5
Maximum : Minimum	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1,20	2,50	1,65
Schollen-Larven	0	0	1	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
	0	2	1	0	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Maximum : Minimum	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Alle Eier	16	6	2	8	49	185	—	2	12	13	1	159	—	44	55	26	30	5
	12	11	5	4	47	29	—	0	8	27	1	241	—	51	63	47	33	11
Maximum : Minimum	1,33	1,83	2,50	2,00	1,04	6,38	—	—	1,50	2,07	1	1,52	—	1,16	1,15	1,81	1,10	2,20
Alle Larven	2	9	—	1	—	3	—	—	1	6	1	6	—	4	5	3	11	1
	7	14	—	0	—	4	—	—	0	4	0	5	—	7	3	11	7	1
Maximum : Minimum	3,50	1,55	—	—	—	1,33	—	—	—	1,50	—	1,20	—	1,75	1,67	3,67	1,57	1
Schollen-Eier	2	2	—	1	—	7	—	—	0	—	—	1	—	—	1	—	3	—
	0	3	—	0	—	0	—	—	—	—	—	0	—	—	0	—	1	—
Maximum : Minimum	—	1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
Schollen-Larven	1	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Maximum : Minimum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Hier liegen 123 brauchbare Fänge zur Ermittelung der Ungleichmäßigkeit der Verteilung der Eier vor. Diese Zahl mag für eine genaue Statistik noch nicht genügen, aber es liegt ihr doch schon eine sehr bedeutende Arbeitsleistung zugrunde. Wem das noch nicht genügt, den bitte ich noch die etwa 165 Parallelfänge von Strodtmann hinzuzunehmen. Es wird dann zunächst noch einige Arbeit für die Addition der Fänge, da sie auf jenen Tabellen unterlassen ist, erforderlich sein.

Bei den hier verzeichneten Fällen habe ich den Faktor berechnet, der erforderlich ist, um den kleineren Parallelfang auf die Höhe des größeren Fangs zu heben. Für den Fall, daß einer der Parallelfänge nichts ergeben hat, kann diese Rechnung nicht ausgeführt werden. Solche Fänge würden sehr selten geworden sein, wenn ein Netz, das etwa 1 oder $1^1/_2$ m^2 Oberfläche abfischen kann, verwendet worden wäre. Bei Fängen mit größerem Netz werden überhaupt die Unterschiede der Parallelfänge bedeutend vermindert werden, weil die Verteilung unter größerer Oberfläche gleichmäßiger sein wird, als unter kleinerer Oberfläche und weil der Fehler der Stichproben sich bedeutend vermindert, sobald es sich um etwas größere Fänge handelt. Darüber habe ich in meiner Arbeit (18, S. 22) die Nachweisungen gegeben und komme gleich darauf zurück. In der vorliegenden Arbeit von Ehrenbaum finden sich nur vier Fälle, in denen die Berechnung des Faktors aus dem genannten Grunde nicht möglich war. Diese Fälle fallen daher nicht nennenswert ins Gewicht.

Bei der Eiexpedition wurde vorausgesetzt, daß die Eimengen sich auf weite Strecken genügend gleichen würden, um daraus ein Mittel zu ziehen. Die sehr dankenswerten Parallelfänge von Ehrenbaum gestatten es, eine genauere Prüfung dieser Voraussetzung vorzunehmen.

Unter jenen 123 Parallelfängen hat sich einmal bei genügend großer Zahl der gefangenen Eier der Faktor 6,38 ergeben, also ein gewaltiger Unterschied der beiden Fänge. Da der eine Fang 29, der zweite 185 Eier brachte, ist das Mittel 107, und der kleinere Fang weicht um das 2,68fache von dem Mittel ab. Dieser Fang entspricht meinem S. 8 verzeichnetem Beltfang, wo 766 Eier und im Minimum 36 Eier gefangen wurden. In dem Fall von Ehrenbaum haben Dorsch- und Schellfischeier die Abweichung verursacht; was aber davon die Ursache war, läßt sich nicht erkennen, da die Eistadien nicht unterschieden worden sind. Die Eier aus den Parallelfängen ergeben die Zahl von 16741 Eiern. Der Fehler von $\pm$ 78 Eiern kann demgegenüber um so weniger in Betracht kommen, als er durch andere, genau gleich

große Fänge kompensiert wird. Wenn übrigens alle Spannungen addiert werden, ergibt sich die Zahl 184,31, diese Zahl durch die 123 Fälle dividiert ergibt 1,50, lasse ich aber die Spannung 6,38 fort, so erhalte ich eine mittlere Spannung von 1,46, der Unterschied ist also nicht groß. Bei den sehr kleinen Fängen ergeben sich notwendig hohe Spannungen. Ordne ich alle Zahlen in eine Reihe, so findet sich bei dem 61. und 62. Fang die Spannung von 1,25, d. h. die Spannung gegen den Mittelwert beträgt 25:2 oder 12,5 %. Kleinere und größere Spannungen werden in etwa gleich großer Zahl vorkommen. In Erwägung der obwaltenden Verhältnisse scheint mir eine mittlere Abweichung der Fänge von $\pm$ 13 % so geringfügig zu sein, daß eine weitere Verwertung der Resultate durchaus erlaubt ist. Wer nur völlig exakte Zahlen haben will, darf sich auf derartige Meeresuntersuchungen überhaupt nicht einlassen, denn sehr genaue Werte werden niemals erreichbar sein. Holländische Untersucher haben die von mir vertretene Ansicht der Brauchbarkeit und Notwendigkeit der Zählungen für so töricht gehalten, daß sie glaubten, von jeder Prüfung absehen zu können. Für die Untersuchung von Anfängern war diese Stellungnahme nicht glücklich.

Von Larven sind nur 67 in bezug auf Spannung vergleichbare Fänge vorhanden. Der 33. und 34. Fang der nach Größe der Spannung geordneten Fänge gibt die Zahl 1,43 und 1,48. Das gibt eine mittlere Spannung von $\pm$ 24 %. Es sind aber unter den Larven auch manche mitgezählt, die nicht aus schwimmenden Eiern stammen, so namentlich Ammodytes, die recht unregelmäßig aufgetreten sind, je nachdem näher oder ferner von der Küste gefangen wurde. Außerdem sind die Jahreszeiten der biologischen Fahrten dem Fang der Larven nicht günstig gewesen, so daß ich auf das Resultat nicht näher eingehe.

Dagegen habe ich noch den Fang der Schollen in der Tabelle verzeichnet. Scholleneier sind fast durchgehend sicher erkennbar gewesen. Das Verzeichnis gibt 30 brauchbare Parallelfänge. Die Spannungen, in Reihe geordnet, ergeben als mittlere Spannung den Wert 1,5. Strodtmann hat noch 22 brauchbare Parallelfänge der Schollen verzeichnet. Die 52 Spannungen, in Reihe geordnet, ergeben wiederum den mittleren Wert 1,5. Von Larvenfängen sind nur 17 verzeichnet. Die Spannung ist dabei gleichfalls 1,5. Strodtmann hat noch 6 brauchbare Parallelfänge gewonnen. Die Spannung bei diesen 23 Fängen wird etwas schlechter gefunden, nämlich zu 1,66.

Selbst diese mittleren Spannungen scheinen mir nicht so groß zu sein, um Annäherungsberechnungen des Eibestandes zu verbieten, da sie auf eine große Gleichmäßigkeit der Verbreitung innerhalb der Bezirke, für die der Fang Ergebnisse gebracht hat, schließen lassen. Die Fehler der Stichproben fallen bei den meistens sehr kleinen Fängen so sehr ins Gewicht, daß sie die vorhandene Gleichmäßigkeit der Verteilung stark verdecken. Es muß daher für solche Bestimmungen durchaus mit größeren quantitativ fangenden Netzen gefischt werden. Dies beweist sich aus folgendem. In meiner Arbeit über „Das Leben im Ozean" bin ich auf die Fehler der Stichproben etwas eingegangen. Es wird dort eine mathematisch genaue Verteilung der treibenden Substanzen als Basis genommen. Davon muß man ausgehen, obgleich eine solche Vollkommenheit der Verteilung in Wirklichkeit nicht vorhanden sein kann. Es genügt folgende Fälle zu besprechen.

Finden sich unter 1/3 m² 2 Eier, so wird das 1/3 Netz wahrscheinlich in 10 Zügen 3 mal 1, 4,6 mal 2 und 2,4 mal 3 Eier fangen, also als stärkste Spannung 3 ergeben. Das 1,5 m² Netz wird im Mittel 10 Eier fangen und zwar 3,9 mal 10, 0,3 mal 7, 0,5 mal 8, 3,7 mal 9, 1,6 mal 11 und zuweilen selbst 12 Eier, nach meiner Figur sogar ebenso häufig wie 11 Eier. Die größte Spannung ist hier also 12/7 = 1,7. Der erstere Fang (2 Eier) findet sich auf Ehrenbaums Tabelle 19 mal verzeichnet, daß der Parallelfang zwischen 7 und 12 liegt, findet sich 6 mal vor.

Finden sich unter 1/3 m² 3 Eier, so wird das 1/3 m² Netz 8 mal 3, 0,2 mal 1, 0,8 mal 2 und 1 mal 4 Eier fangen. Die höchste Spannung ist also 4. Die Spannung 1 bis 4 findet sich einmal, kleinere Spannungen innerhalb dieser Zahlen sind in der Tabelle häufig verzeichnet.

Das 1,5 m² Netz wird im Mittel 15 Eier fangen, es kann aber zwischen 12 und 19 Eiern fangen. Die höchste Spannung ist also 19/12 = 1,6.

Die Tabelle weist die Fälle der Parallelfänge 16/12, 16/14 und 18/15 nach.

Finden sich 4 Eier unter 1/3 m², so fischt das 1/3 m² Netz fast 8 mal 3, 7,2 mal 4, 2,1 mal 3, 0,6 mal 5 und selten 6 und 7 Eier. Die Spannung ist also 7/3 = 2,3. Es findet sich der Parallelfang 3/6 3 mal, kleinere Spannungen innerhalb dieser Zahlen häufiger.

Das 1,5 m² Netz würde im Mittel 20 Eier fangen. Es fischt 16 bis 22 Eier, die größte Spannung ist also 1,4. Es finden sich Werte 16/19, 20/22.

Bei 5 Eiern unter 1/3 m² fischt das 1/3 m² Netz 4 mal 5, 4 mal 4, 1 mal 6 und 1 mal 7 Eier. Die größte Spannung ist also 7/4 = 1,75. Diese Spannung findet sich zweimal und einmal 4/6. Das Netz von 1,5 m² fischendem Eingang fischt im Mittel

25 Eier und wird zwischen 19 und 27 Eiern fangen können. Die größte Spannung ist mit beinahe 1,5 recht ungünstig. Es finden sich die Fälle 22/20 und 25/21, meistens sind die Fänge dieser Höhe von größerer Spannung.

Wenn 6 Eier unter 1/3 m² Fläche liegen, so fängt das 1/3 m² Netz 4 mal 6, 4,3 mal 5 und 3 mal 7 Eier. Die Spannung ist also 1,75. Die Spannung findet sich einmal, kleinere Spannungen sind häufiger. Das 1,5 m² fischende Netz fängt im Mittel 30 Eier, kann aber 27 bis 32 Eier fangen. Die Spannung ist also 1,18. Es finden sich die Fänge 27/27, 28/26 und 30/27.

Diese Beispiele dürften genügen, um zu zeigen, daß ein gut gebautes Netz mit großem fischendem Eingang ganz bedeutend bessere und zuverlässigere Resultate geben muß, als das gebräuchliche kleine Einetz. Außerdem beweist Ehrenbaums Fangtabelle, daß die Eier bedeutend gleichmäßiger verteilt gewesen sein müssen, als aus der einfachen Betrachtung der Fangtabellen zu entnehmen ist, denn unter Beachtung der Unsicherheiten der Stichproben bei kleinen Fängen ergibt sich, daß ein großer Teil der Parallelfänge so kleine Differenzen aufweist, als wenn die Eier mathematisch genau verteilt gewesen wären. Selbstverständlich ist eine mathematisch genaue Verteilung der Eier und Larven nicht möglich, es zeigt sich aber, daß in einer recht großen Zahl von Parallelfängen die Resultate so gewesen sind, als wenn die Abweichungen nur von beschränkter Größe gewesen sein könnten. Dazu kommt, daß die Störungen der absoluten Gleichmäßigkeit notwendig in entgegengesetzten Richtungen vorkommen müssen, so daß sie sich zu einem bedeutenden Teil bei größeren und dichter liegenden Fangreihen kompensieren werden. Ich finde, daß das Resultat dieser Untersuchung stärker zugunsten einer gleichmäßigen Verteilung von Eiern und Brut auf größeren Gebieten spricht, als ich das erwartet habe, auch sind die Fangfolgen häufig einander recht ähnlich. Letzterer Satz wird hier zwar nicht bewiesen, aber ein Blick auf Ehrenbaums und Strodtmanns Fangtabellen weist diese Ähnlichkeit genügend nach.

Bei unseren drei Eiexpeditionen (13) in der Nordsee verfolgte ich ursprünglich den Plan, eine Erfahrung über das quantitative Vorkommen der im Winter laichenden Fische der Nordsee im allgemeinen zu gewinnen. Unser Wissen darüber war bis dahin Null. Die Fahrten waren, wie jetzt wenigstens klar geworden sein dürfte, richtig geplant, und sie haben daher vollauf das Wissen gebracht, das eine solche allererste Versuchsfahrt irgend bringen konnte. Apstein fand dann, daß man mit Hilfe der Larven, der Embryonen und der Dimensionen der Eier eine Scheidung nach Arten würde ausführen können. Da zur Zeit unserer Fahrten in jenem kalten Winter die Beteiligung am Laichen von nicht allzu vielen in größerer Zahl in der Nordsee vorkommenden Fischarten erwartet werden durfte, schien die Hauptmasse der Eier nur von diesen herrühren zu können. Es wurden die Eier in dieser Richtung gesondert gezählt, und ich zog Folgerungen, die, wie mir schien, zum wenigsten didaktischen Wert beanspruchen konnten und im übrigen die Anregung zu weiterer Verfolgung des Eibestandes geben sollten.

Darauf haben Heincke und Ehrenbaum durch eingehende Messungen und Vergleichungen nachgewiesen, daß die Eier von Drepanopsetta von den Scholleneiern nicht geschieden worden waren, daß ferner auch die Maße von Dorsch und Schellfischeiern zu hart aneinander grenzen und übereinander greifen, um diese beiden Eiarten durch Größenmessungen sicher voneinander trennbar zu machen, endlich daß Eier gewisser Gadiden gleich klein sind wie die Eier von Flundern und Klieschen, so daß die Eier von Flundern nicht überall richtig ausgeschieden waren.

Damit waren für „alle Welt“ unsere Ergebnisse beseitigt.

Die Eier von Drepanopsetta haben, in Alkohol aufbewahrt, die Eigenheit, eine weit von dem Dotter abstehende Hülle zu zeigen. Apstein hat daher diese mit Recht gerügte Verwechselung beseitigt. Ich sehe nicht ein, aus welchem Grunde Ehrenbaum diese Korrektur für unsicher hält. Aus Ehrenbaums Fängen habe ich die Anzahl der Schollen- und Drepanopsettaeier zusammengetragen. Die Fahrt zwischen dem 3. bis 18. April 1906 hat auf 16 Scholleneier 403 Eier von Drepanopsetta ergeben, aber diese Zeit kommt für unsere Fänge nicht in Betracht. In den fünf anderen Fahrten sind 3263 Eier von Schollen und nur 38 von Drepanopsetta gefangen worden. Der Fehler von 1% würde sich, selbst wenn er nicht richtig von uns korrigiert worden wäre, wohl verschmerzen lassen! Wenn wirklich Dorsch- und Schellfischeier nicht genügend richtig von uns geschieden sind, so hätte nichts gehindert, unsere bezüglichen Zahlen zusammenzuziehen, wie das ja auch in den Helgoländer Untersuchungen geschieht.

Die Sprotteier sind an den von mir angegebenen Klüftungen, die sich auch noch an den konservierten Eiern verraten, fast immer sicher zu erkennen. Die Larven werden an dem eigentümlichen (12, S. 80 angegebenen) Verlauf des Dünndarms und, wie neuerdings gefunden, an Verhältnissen der Otolithen

von Heringslarven unterschieden. Die Dorsch haben wenigstens in der Beltsee eine deutlich gelbliche Keimschicht. Apstein hat dies neuerdings bestätigt, es wäre auffallend, wenn diese Färbung in der Nordsee fehlen sollte. Nach Apstein (4, S. 240) bleibt der Dotter der Scholle bei Behandlung mit Formol wasserklar, während er bei der Flunder und der Kliesche sich mehr oder weniger färbt. Es wäre besonders erwünscht, wenn auch Eigenschaften, die Flunder- und Kliescheneier durch Färbung oder sonstige Reagenzien, Form des Ovals usw. unterscheiden, herauszubringen wären, vielleicht steht auch noch zu hoffen, daß die Färbungen der Embryonen durch irgendwelche Zusätze beständig zu machen sind.

Soeben ist die Arbeit von Apstein über seine in der Beltsee gemachten Fänge von Fischeiern erschienen (4). Sie ist vortrefflich angelegt. Darin, daß eine genaue Analyse der Entwicklungsstadien und Tabellen der Tagesgrade gegeben sind, liegt endlich ein großer Fortschritt gegen die Eiexpedition in der Nordsee, die er so erfolgreich geleitet hatte. Leider ist die Arbeit durch ein gebräuchlich gewordenes Schema des Vorgehens belastet und geschädigt worden. Es wurde eine Masse von Zeit und Arbeit für qualitative Fänge verwendet, die nicht nur nutzlos gewesen ist, sondern auch die Ausnützung der Befunde in den Tabellen recht erschwert. Die quantitative Arbeit ist nicht nur mit zu kleinem Netz ausgeführt, sie ist auch durch die qualitativen Züge stark vermindert worden. Es erscheint daher berechtigt, daß Apstein trotz der vorsichtigen und ausgiebigen Vorbereitung der Bearbeitung durch die Einteilung in kleinere Fanggebiete, auf die definitive Verarbeitung der gewonnenen Resultate verzichtet hat.

Dennoch mache ich mit der Bearbeitung seiner Ergebnisse bezüglich der Schollen einen Versuch. Zunächst für didaktische Zwecke, aber ich muß doch sagen, daß die Ergebnisse dieses Versuches über mein Erwarten belehrend sind und neue Kenntnisse vermitteln.

Zunächst ist zu erwähnen, daß Apstein eine außerordentlich große Zahl toter und wie er, m. E. mit Recht, annimmt, unbefruchteter Eier gefangen hat. Ich erwähne in meiner ersten Arbeit (3), daß ich im Kieler Hafen unbefruchtete tote Eier gefangen hätte und mich daher von diesem Gebiet ganz fern halte. Ich nahm damals an, daß diese Eier von in den Fischfässern gefangenen und bei dem Transport von die Eier auspressenden Butt hergekommen seien. Diese Annahme ist vielleicht richtig und könnte auch für den Fang auf der See gelten, aber daß die ganze von Apstein nachgewiesene Zahl toter Eier auf diese Art entstanden sei, ist nicht glaubhaft.

Da ich damals meine Fänge immer frisch untersuchte und mir das Aussehen toter Eier völlig bekannt war, würde ich es unbedingt gesagt haben, wenn mir in freier See mehr als ganz vereinzelte tote Eier aufgestoßen wären. Sie waren damals nicht vorhanden, auch könnten sie den späteren Untersuchern doch kaum entgangen sein.

Es wäre denkbar, daß die frisch abgelegten Eier, die meiner Angabe (3) nach äußerst leicht zerreißen, bei dem Fang verletzt worden sind und daher im Erhärtungszustand als abgestorbene Eier erschienen und bei Apsteins Fang eine Rolle spielten. Dies kann aber nur in höchst unbedeutendem Maße zutreffen, denn, wie eine spätere Rechnung nachweisen wird, hat Apstein das erste Stadium sehr richtig gefangen. Es scheint vorläufig daher angenommen werden zu müssen, daß in jenem Winter, in dem Apstein fing, die Befruchtung in der bezüglichen Region sehr ungünstig verlaufen ist. Tote Eier aus späteren Entwicklungsstadien wurden nur ganz selten gefunden. Falls in Eischalen Dotterreste vorhanden sind, würden diese Eier wohl als ganz frisch gelegt zu betrachten sein.

Es ist mir gesagt worden, es erfordere eine weiter ausgreifende Rechnung soviel Hypothesen, daß sie besser unterbliebe. Ich will daher zunächst die Hypothesen etwas prüfen.

1. Gleichmäßigkeit der Verteilung. Diese ist durch frühere, hier vorgeführte Untersuchungen genügend erwiesen. Eine Hypothese ist es nicht mehr.

2. Es gibt für die Schollen keine Laichplätze im engeren Sinn, höchstens aus besonderen, sich nicht leicht wiederholenden Ursachen eine solche Ansammlung in der Tiefe bei Bornholm. Ist erwiesen.

3. Eine genügende Anzahl und Größe der Vertikalzüge. Ungenügende Anzahl kann eine Rechnung verhindern, ist dann aber keine Hypothese.

4. Gute Scheidung der Stadien. Dies ist eine Tatfrage, keine Hypothese.

5. Genaue Tabellen der Tagesgrade. Diese sind vielleicht noch unvollkommen, aber im Mittel (vielleicht entwickelt sich nicht jedes Schollenei gleich rasch) sind sie herstellbar. Daher keine Hypothese.

6. Richtige Mitteltemperaturen. Mittelwerte sind immer hypothetisch. Dies hindert nicht, daß sie selbst in ganz exakten Untersuchungen Verwendung finden. Je kleiner die Gebiete sind, für die sie zu dienen haben, desto besser ist es, aber die Auswahl steht für diesen Fall in jedermanns Belieben. Ich habe die Oberflächentemperaturen benutzt, weil nur die jüngeren Stadien, die an der Oberfläche bei genügendem Salzgehalt schwimmen, für die Untersuchung Bedeutung haben. Vielleicht wäre es richtiger gewesen, die Tiefentemperaturen für die Rechnung hinzuzunehmen, namentlich für die Beltsee. Dies ist Hypothese. Wieweit eine entsprechende Veränderung Bedeutung haben würde, steht dahin, wahrscheinlich hätten sich die Werte kompensiert. Ein solcher eventueller Fehler ist vermeidlich, kann also als ein Hindernis für die Rechnung nicht gelten.

7. Die älteren Stadien gehen meistens so tief, daß sie nur noch unvollkommen gefangen werden. Dies wird erwiesen und kann nicht als Hypothese betrachtet werden.

8. Gleichmäßiges Andauern der Eiabgabe. Diese Hypothese wird sicher nicht erfüllt werden, im Gegenteil wird, wie früher S. 7 motiviert, die Eiabgabe nur periodisch erfolgen. Indem aber viele Proben entnommen und vereint werden, wird ein Mittelwert gewonnen, der der Annahme einer gleichmäßig andauernden Eiabgabe entspricht. Es könnte sein, daß nur am Tage oder nur in der Nacht Eier abgelegt werden, wenn aber acht Tage oder länger Proben, namentlich in engerem Gebiet Tag und Nacht entnommen werden, würde zwar die Verteilung des jüngsten Stadiums unregelmäßig ausfallen können, aber da das spätere Stadium tagelang schwimmt, würde dennoch ein guter Mittelwert gewonnen werden können. Eine längere und allgemeine Unterbrechung des Laichgeschäfts könnte stören, aber diese hypothetische Möglichkeit liegt ziemlich fern und ist von um so geringerer Bedeutung, je andauernder gefischt wird.

9. Für die Zwischenzeiten wird eine andauernde und geradlinige Steigerung oder Abnahme des Laichens postuliert. Diese Hypothese trifft sicher nicht zu. Es wird eine Beschleunigung oder Verzögerung der Eiabgabe stattfinden, diese wird sich daher richtig nur durch eine Gleichung mindestens zweiten Grades darstellen lassen. Je kürzer die Zwischenzeiten werden, desto genauer wird das Ansteigen sich durch eine gerade Linie darstellen lassen. Es ist zu bezweifeln, ob die Krummlinigkeit des An- und Absteigens das Rechnungsresultat sehr verändern wird. Wenn innerhalb einer längeren Zwischenzeit das Laichgeschäft ganz allgemein sistieren sollte, ist es bedenklicher. Ich halte es für möglich, daß dieser Fall bei starkem Wettersturz eintreten kann. Wenn aber die Eireifung längere Zeit sistiert, so wird doch der Stoffwechsel des Fisches fortgehen und es dürfte der Zeitverlust durch nachträglich raschere Reifung der Geschlechtsprodukte wieder ausgeglichen werden.

10. Das Netz muß eine Wassersäule von bestimmtem Querschnitt richtig filtrieren. Die Vergleichbarkeit der Fänge unter sich hängt von einer guten Behandlung des Netzes und des Filtrators ab, die angenommen werden darf. Die Konstruktion des Netzes entsprach der Forderung, daß es $^1/_3$ m^2 unter der Oberfläche abfing, kann also auf die Einheit von 1 m^2 gebracht werden. Die Bearbeitung kann sich immer nur dann lohnen, wenn der Gebrauch guten Geräts sichersteht und die Untersucher den Fang leiten.

Diese 10 Hypothesen sind, an und für sich betrachtet, nicht der Art, daß sie die Rechnung hindern könnten. Vor allem maßgebend ist die Frage, ob genügend gefischt worden ist. Darüber kann eigentlich nur die Rechnung Aufschluß geben. Daß sonst noch Hypothesen hier herbeizuziehen wären, ist mir nicht bekannt.

Ich habe mich bemüht, aus Apsteins Tabellen die quantitativen Schollenbrutfänge auszuziehen. Leider komme ich nicht genau auf die Summen, die Apstein angibt. Die Nullfänge habe ich fortgelassen. Sie sind meistens zu Zeiten und an Orten gemacht, wo keine Scholleneier gefangen werden konnten. Freilich bleiben noch einige wirkliche Nullfänge, aber es war mir zu unbequem, diese herauszulesen, ihre Zahl ist nicht ganz gering. Apsteins Parallelfänge sind bei weitem nicht so gleichmäßig, wie Ehrenbaums Fänge in der Nordsee. Es sind aber häufig Flach- und Tiefänge an dem gleichen Ort gemacht, die nicht vergleichbar sind. Ich habe auch die Flachfänge mit in das Verzeichnis aufgenommen, wodurch der Fehler, die Nullfänge, die einzelne Scholleneier hätten fangen sollen, ausgelassen zu haben, etwas behoben wird. Die Temperaturen hat mir Reibisch freundlichst aus dem Journal ausgeschrieben, davon habe ich nur die Temperaturen der Oberfläche eingeschrieben. Die Orte sind auf Apsteins Karte verzeichnet. Die Stadien sind dieselben, die Apstein unterschieden hat.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

Tabelle I. Schollenbrut pro m².

Nr.	Datum	Ort	Temperatur	Eier, tot	Eier, lebend	Unentwickelt	Keimscheibe	Embryo, jung	Embryo pigmentiert	Embryo mit Augenpigment	Larve
	1908										
1	20. XII.	III	4,3	9	24	—	18	6	—	—	—
2	20.	IV	4,34	—	6	—	—	6	—	—	—
3	19.	VI	4,11	3	15	—	9	6	—	—	—
4	19.	VII	4,2	18	6	—	—	6	—	—	—
5	18.	VIII	4,2	—	18	9	—	9	—	—	—
6	18.	D	4,15	—	3	—	—	—	—	—	—
7	12.	XI	4,5	—	3	—	3	—	—	—	—
8	15.	XIII	5,6	—	3	—	3	—	—	—	—
			4,425	30	78	9	33	33	—	—	—
	1909										
9	20. 1.	I	1,57	12	12	—	—	12	—	—	—
10	20.	II	1,42	—	6	—	—	6	—	—	—
11	20.	III	1,48	39	60	3	27	30	—	—	—
12	21.	IV	1,38	24	48	3	33	3	9	—	—
13	21.	V	0,96	6	6	—	3	3	—	—	—
14	21.	VI	0,99	3	27	—	12	6	9	—	—
15	21.	VII	1,32	15	12	—	—	6	6	—	—
16	22.	VIII	0,90	18	48	6	18	21	3	—	—
17	22.	IX	1,04	15	12	—	—	12	—	—	—
18	22.	X	0,90	3	21	—	—	21	—	—	—
19	22.	XVI	1,22	—	3	—	—	3	—	—	—
20	22.	XVII	1,05	12	21	3	9	6	3	—	—
			1,184	147	276	15	105	126	30	—	—
21	7. II.	I	0,0	21	30	—	12	12	3	3	—
22	6.	II	0,47	—	6	—	3	3	—	—	—
23	19.	III	−0,04	21	21	—	6	9	6	—	—
24	18.	IV	0,25	9	48	—	12	15	15	6	—
25	18.	V	0,06	—	15	—	—	—	12	3	—
26	18.	VI	−0,30	27	54	3	15	36	—	—	—
27	7.	VII	0,52	18	18	—	6	9	—	3	—
28	8.	VIII	−0,02	12	21	—	18	3	—	—	—
29	8.	D	−0,20	72	60	—	42	18	—	—	—
30	8.	F	0,10	12	48	—	18	24	6	—	—
31	8.	IX	0,15	18	12	—	3	6	3	—	—
32	9.	X	0,20	3	27	3	9	12	3	—	—
33	12.	XIII	1,31	—	6	—	—	3	—	3	—
34	13.	XIV	1,38	9	24	—	3	12	9	—	—
35	9.	XVI	−0,28	3	9	—	3	3	3	—	—
36	9.	c	0,10	6	9	—	—	9	—	—	3
37	9.	d	−0,08	15	15	—	3	9	3	—	—
38	9.	f	−0,12	57	6	—	6	—	—	—	—
39	7.	XVII	0,0	12	18	3	9	3	3	—	—
40	20.	I	−0,20	12	15	—	—	9	6	—	—
			0,17	318	462	9	168	195	72	18	3
41	20. III.	I	0,0	42	35	3	12	15	3	—	—
42	20.	II	0,05	18	24	—	6	15	3	—	—
43	20.	III	0,15	21	15	—	—	12	3	—	—
44	20.	IV	−0,22	12	12	—	12	—	—	—	—
45	20.	V	−0,20	3	3	—	3	—	—	—	—
46	20.	V	−0,20	—	12	—	12	—	—	—	—
47	22.	VI	0,30	15	9	—	9	—	—	—	—
48	22.	VI	0,30	12	9	—	3	6	—	—	—
49	23.	VII a	0,29	21	18	—	6	9	3	—	—
50	23. III.	VII c	0,38	39	6	3	—	3	—	—	—
51	23.	b	0,35	21	18	—	6	9	3	—	—
52	24.	VIII	0,61	84	48	—	30	18	—	—	—
53	24.	D	0,32	6	6	—	—	6	—	—	—
54	24.	F	−0,38	66	72	—	27	42	—	3	—
55	25.	IX	0,56	9	15	—	3	6	3	3	—
56	25.	X	0,32	12	81	—	18	57	6	—	—
57	1. IV.	XIV	1,11	6	15	—	3	—	12	—	6
58	25. III.	XVI	0,60	3	6	—	3	—	3	—	—
59	26.	c	0,80	6	15	—	—	15	—	—	—
60	26.	d	0,68	15	30	—	—	30	—	—	—
61	22.	XVII	0,65	15	6	—	6	—	—	—	—
62	22.	XVII	0,65	21	9	—	9	—	—	—	—
63	22.	O	0,80	12	99	—	15	66	12	6	6
			0,344	459	561	6	183	309	51	12	12
64	14. IV.	O I	3,50	6	9	—	3	6	—	—	—
65	14.	II	3,52	51	36	6	18	12	—	—	—
66	15.	III	2,60	—	42	—	12	18	12	—	—
67	15.	IV	2,40	9	18	—	12	6	—	—	—
68	15.	V	2,54	3	12	—	—	12	—	—	—
69	15.	VI	3,00	9	18	9	—	9	—	—	—
70	16.	VII	2,80	3	21	—	3	12	6	—	3
71	16.	VIII	2,65	33	75	—	30	36	9	—	—
72	16.	F	3,70	45	75	—	42	18	9	6	—
73	16.	IX	3,18	36	90	—	12	57	21	—	—
74	17.	X	3,33	6	75	—	6	48	21	—	—
75	17.	XVI c	2,57	3	12	3	3	6	—	—	—
76	17.	d	3,00	3	15	—	9	6	—	—	—
77	17.	e	3,16	6	42	—	9	24	9	—	—
78	18.	XVII	2,92	—	3	—	—	—	3	—	—
			2.99	213	543	18	159	270	90	6	3
79	29. IV.	II	5,48	—	6	—	—	3	—	3	3
80	30.	III	5,03	—	36	—	—	33	3	—	—
81	30.	IV	4,90	—	6	—	—	3	3	—	—
82	30.	VI	5,35	—	—	—	—	—	—	—	3
83	1. V.	VII	5,68	3	3	—	—	—	3	—	—
84	1.	VIII	4,76	9	90	—	3	45	36	6	—
85	1.	F	5,20	6	60	—	3	21	36	—	—
86	1.	IX	5,68	—	3	—	3	—	—	—	—
87	2.	X	5,61	3	78	—	6	36	24	12	3
88	2.	c	5,20	9	3	—	—	—	3	—	6
89	2.	d	5,72	9	—	—	—	—	—	—	3
			5,23	39	285	—	15	141	108	21	18
	Kattegat										
90	20. II.	I	−0,25	21	18	—	12	6	—	—	—
91	21.	2	0,48	6	—	—	—	—	—	—	—
92	22.	3	−0,78	—	12	—	3	9	—	—	—
93	22.	4	−0,66	9	18	—	6	9	3	—	3
94	22.	5	−0,50	—	9	—	—	6	3	—	—
95	22.	6	0,30	—	6	—	—	6	—	—	—
96	22.	7	1,0	—	—	—	—	—	—	—	3
97	23.	8	0,88	—	—	—	—	—	—	—	3
			0,9	36	63	—	21	36	6	—	9

Es sind die mittleren Temperaturen für die einzelnen Reisen in der Beltsee berechnet. Die Summen der Versuche in der Beltsee sind tote Eier = 1206, lebende Eier = 2205 in 89 erfolgreichen Fängen.

In der folgenden Tabelle habe ich zunächst die Zeitdauer, während deren die unentwickelten Eier bei den dort genannten Temperaturen treiben müssen, bis sie das Keimscheibenstadium erreichen, verzeichnet. Diese Zeiten sind nach Apsteins Tabellen zunächst für die vollen Tagesgrade, dann auch für die beobachteten Mitteltemperaturen und für die Temperaturen der Zwischenzeiten angegeben. Darunter ist dann der Faktor bezeichnet, mit dem die Zahl der gefundenen Eier zu multiplizieren ist, um zu berechnen, wie viele dieser entwickelten Eier im Laufe von 24 Stunden geschwommen haben müssen.

Tabelle II.

Dauer des Treibens der Scholleneier von dem Ausstoßen bis zum Keimscheibenstadium, also der „unentwickelten" Eier.

Celsiusgrade	0	1	2	3	4	5	2,8	1,18	0,68	0,17	0,26	0,344	1,67	2,99	4,16	—
Zeit in Stunden	20,0	14,12	10,9	8,9	7,5	6,5	9,2	13,4	15,6	18,7	18,0	17,9	11,8	8,91	7,3	—
Faktor für 24 Stunden = d	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2	3,7	2,6	1,8	1,54	1,28	1,33	1,34	2,03	2,7	3,3	—

Die Berechnung der abgelegten lebenden Eier geschieht für die Reiseperiode in folgender Weise: Sei A die Zahl der gefundenen Eier, sei N die Zahl der Reisetage und d der Faktor, der in obiger Tabelle für die entsprechende Wärme verzeichnet ist, so wird die Summe S der während der Reiseperiode abgelegten Eier: $S = A \cdot N \cdot d$.

Für die Eiproduktion während der Zwischenzeit zweier Reisen nehme ich an, daß die Produktion geradlinig steige oder sinke. Dann wird die Produktion

$$S = d^1 \left[\mathrm{Tg}\,\alpha \cdot \sum_1^n x + \mathrm{Bn} \right]. \qquad \mathrm{Tg}\,\alpha = \frac{A - B}{n}. \qquad \sum_1^n x = \frac{n\,(n+1)}{2}.$$

Hier ist A die größere, B die kleinere Eisumme der benachbarten Fänge, n die Zahl der Zwischentage und d^1 der zu der Zwischentemperatur gehörige Faktor der obigen Tabelle.

Tabelle III.

Berechnung der Anzahl abgelegter und befruchteter Eier aus dem Fang der unentwickelten Eier.

Reise Nr.	Wärme	Dauer der Reise Tage	Eizahl	Faktor für 24 Stunden	Berechnung	Summe
1	5°	8	9	3,7	$8 \cdot 9 \cdot 2{,}6 =$	196
1—2	2°8	31	—	2,6	$15 - 9 = 6 \cdot \frac{6}{31} \cdot \frac{31 \cdot 32}{2} = 96.$ $31 \cdot 9 = 279.$ $2{,}6 \cdot 375 =$	975
2	1°18	2	15	1,8	$2 \cdot 15 \cdot 1{,}8 =$	54
2—3	0°68	15	—	1,54	$15 - 9 = 6.$ $6 \cdot 8 = 48.$ $15 \cdot 9 = 135.$ $1{,}54 \cdot 183 =$	281,7
3	0°17	14	9	1,28	$14 \cdot 9 \cdot 1{,}28 =$	161
3—4	0°26	28	—	1,33	$9 - 6 = 3.$ $3 \cdot 14{,}5 = 43{,}5.$ $28 \cdot 6 = 168.$ $1{,}33 \cdot 211{,}5 =$	281,3
4	0°344	12	6	1,34	$12 \cdot 6 \cdot 1{,}34 =$	96,5
4—5	1°67	13	—	2,03	$18 - 6 = 12.$ $12 \cdot 7 = 84.$ $13 \cdot 6 = 78.$ $2{,}03 \cdot 162 =$	328,9
5	2°99	4	18	2,7	$4 \cdot 18 \cdot 2{,}7 =$	194,4
5—6	4°16	11	—	3,3	$18 - 0 = 18.$ $^{18}/_{11} \cdot \frac{11 \cdot 12}{2} = 108.$ $3{,}3 \cdot 108 =$	356,4
6	4°44	—	0	—		—
	Summe		57			2925,2

Bei vorstehender Rechnung ist nicht berücksichtigt, daß die unreifen Eier noch nicht alle bis an die Grenze zum Keimstadium gelangt waren, doch würde die Berücksichtigung dieses Verhaltens die Summe nur wenig erniedrigen Es wären nur die zuerst auftretenden 9 und die zuletzt auftretenden 18 Eier einmal als im Mittel halbreif zu rechnen, also 4,5 und 9 von den berechneten 2925 Eiern abzuziehen, was ohne Bedeutung ist. Alle dazwischen liegenden unreifen Eistadien haben die 2 Tagesgrade erreicht. Das Stadium der Unreife bildet nach Apstein nur den 82. Teil der Zeit der Gesamtentwicklung. Wenn mit diesem Wert gerechnet wird, ist dagegen sehr zu beachten, daß die unreifen Eier im Mittel nur als 1 und nicht als 2 Tagesgrade alt gerechnet werden können. Genau genommen werden sie — in genügender Zahl gefangen — ein wenig älter sein müssen, weil ganz frisch gelegte Eier noch nicht genügend hart geworden sind, um unverletzt gefangen zu werden.

Es sind $\frac{57}{2} \cdot 82 = 2337 \cdot \frac{2337 + 2925{,}2}{2} = 2631$ Eier im Mittel beider Rechnungen. Wegen der sehr kurzen Entwicklungsdauer braucht bei diesen Rechnungen auf den Nekrotokos keine Rücksicht genommen zu werden, dagegen werden die Zwischenzeiten, die auszufüllen sind, immer sehr groß.

Es empfiehlt sich, auch mit Hilfe des Hypotokos die Zahl der frisch gelegten Eier zu ermitteln. Zu diesem Zweck sind zunächst die Tagesgrade der verschiedenen Entwicklungsstadien und dann die Tage à 24 Stunden, die die Entwicklung bei den verschiedenen Wärmegraden erfordert, in nachfolgender Tabelle verzeichnet.

Tabelle IV.

Temperaturen	5,33°	5°	4,425°	4,16°	2,99°	2,8°	1,84°	1,67°	0,68°	0,344°	0,26°	0,17°
Tagesgrade eines Tages	7,73	7,4	6,825	6,56	5,39	5,20	4,24	4,07	3,08	2,74	2,66	2,57
Höchstes Alter in Tagen: Keimscheibenstadium . . .	3,88	4	4,4	4,57	5,57	5,77	7,08	7,36	9,74	11,0	11,3	12,7
„ „ Embryo, jung	10,5	11	11,9	12,4	15,0	15,6	19,1	20	26,3	29,6	30,5	34,2
„ „ Embryo, pigmentiert . . .	17	17,5	19,2	20,0	24,3	25,2	30,9	32,2	42,5	48	49,3	43,5
„ „ Embryo, ausschlüpfend . .	21,2	22,2	24,1	25	30,4	31,6	38,8	40,4	53,3	59,9	61,7	69,2

Zunächst hat dann die Berechnung des Hypotokos, also des Zehrungsfußes bei Nachschub von Eiern, zu geschehen, die ja im allgemeinen nach der Formel

$$\mathrm{Lg}\ Z = \frac{\mathrm{Lg}\ a - \mathrm{Lg}\ k}{n}$$

zu erfolgen hat. a ist der größere, k der kleinere Wert und n die Zahl der Tage, die den kleineren von dem größeren Wert trennt, Z der Hypotokos. Je größer der Wert n genommen werden kann, desto besser ist es für die Rechnung. In der nachfolgenden Tabelle V sind zunächst aus den Befunden der vorhergehenden Tabelle die Eizahlen bestimmt worden, die auf einen Tagesgrad entfallen (II). Dies sind die Zahlen a und k. Ferner wird aus der vorigen Tabelle das höchste Alter der Stadien in Tagen (III), daraus annähernd das mittlere Alter (IV) und endlich aus diesen Werten das Zeitintervall zwischen den Stadien in Tagen bestimmt (V). Dies ist der Wert n. Mit a, k und n wird dann der Logarithmus des Hypotokos (VI) und dieser selbst berechnet. Es ist der Tageshypotokos (VII). Es ließe sich auch der Hypotokos für den Tagesgrad berechnen, aber der interessiert hier weniger.

Tabelle V. Stadien der Eier.

Nr.	Datum der Fangperiode	Dauer der Fangperiode	Zeit zwischen den Fangperioden	Mittel der Wärme während der Fangperiode	Mittel der Wärme in der Zwischenzeit	Minimum der täglichen Zahl befruchtet abgelegter Eier	Über das Minimum hinausgehende Eizahl	Berechnete Zahl gelegter Eier	Gefundene Eizahl	Unentwickelte Eier	Keimscheibe	Embryo jung	Embryo pigmentiert	Auge pigmentiert	Bezeichnung der Zeile	
1.	XII. 12.—20.	3 | 8 = 11		4,425	5			117,8	75	9	33	33			I	Befund
Lg. 1,51851 + 7,5 · Lg. 0,04864 = Lg. 1,88331 = Num. 76,44										4,5	1,18	0,647	—	—	II	Eizahl eines Tagesgrades
76,64 : 7,5 = 10,198										0,27	4	11	—	—	III	Höchstes Alter der Stadien in Tagen
10,198 · 11 = 112,18										0,135	2,135	7,5	—	—	IV	Mittleres Alter der Stadien in Tagen
Lg 1.51851 + 2,135 · Lg. 0,04864 = Num.41,914										2	5,365		—	—	V	Intervall des mittleren Alters
41,914 : 2,135 = 19,632										—	0,04864		—	—	VI	Logarithmus des Hypotokos
$\frac{11+12}{2} \cdot \frac{19,632}{11} = \mathbf{117,8}$										—	1,118		—	—	VII	Hypotokos
2.	I. 20.—22.	2 | 31 = 33		1,84	2,8	19,44	3,264	644,8	276	15	105	126	30		I	
2,06258 + 10,69 · 0,02386 = Num. 207,8										7,5	3,75	2,47	0,6	—	II	
207,8 : 10,69 = 19,44. 19,632 — 19,44 = 0,192										0,4	5,77	15,6	25,2	—	III	
$\frac{34}{2} \cdot 0,192 =$ 3,264										—	3,09	10,69	20,4	—	IV	
										—	7,6	9,71		—	V	
$33 \cdot 19,44 = \frac{641,52}{644,784}$										—	0,02386		—	—	VI	
										—	1,0565		—	—	VII	
3.	II. 6.—20.	14 | 15 = 29		0,17	0,68	18,99	6,75	557,5	462	9	168	195	72	18	I	
2,25888 + 18,02 · 0,01528 = Num. 342,2										4,5	6,0	3,82	1,44	0,545	II	
342,2 : 18,02 = 18,99. 19,44 — 18,99 = 0,45										0,63	9,74	26,3	42,5	53,3	III	
$\frac{30}{2} \cdot 0,45 =$ 6,75										—	5,185	18,02	34,4	47,9	IV	
										—	12,835	16,38	13,5		V	
$29 \cdot 18,99 = \frac{550,71}{557,46}$										—	0,01528	0,02587	0,03126		VI	
										—	1,0358	1,0602	1,0747		VII	
4.	III.—IV. 20.—1.	12 | 28 = 40		0,344	0,26	13,1	120,7	644,8	561	6	183	309	51	12	I	
2,39094 + 20,9 · 0,002227 = Num. 273,83										3	6,54	6,06	1,02	0,364	II	
273,83 : 20,9 = 13,102. 18,99 — 13,102 = 5,888										0,75	11,3	30,5	49,3	61,7	III	
$\frac{41}{2} \cdot 5,888 =$ 120,70										—	6,03	20,9	39,9	55,5	IV	
										—	14,87	19,0	15,6		V	
$40 \cdot 13,102 = \frac{524,08}{644,78}$										—	0,002227	0,04073	0,02869		VI	
										—	1,0053	1,0983	1,0683		VII	
5.	IV. 14.—18.	4 | 13 = 17		2,99	1,67	13,102	37,8	260,5	543	18	159	270	90	6	I	
2,33143 + 13,68 · 0,003126 = Num. 236,7										9	5,68	5,295	1,80	0,182	II	
236,7 : 13,68 = 17,302. 17,302 — 13,102 = 4,2										0,5	7,36	20	32,2	40,3	III	
$\frac{18}{2} \cdot 4,2 =$ 37,8										—	3,93	13,68	26,1	36,25	IV	
										—	9,75	12,42	10,15		V	
$17 \cdot 13,102 = \frac{222,7}{260,5}$										—	0,003126	0,03773	0,09805		VI	
										—	1,0072	1,0908	1,2533		VII	
6.	IV.—V. 29.—2.	3 | 11 = 14		5,33	4,16	12,97	32,49	214,1	285		15	141	108	21	I	
2,09517 + 16,2 · 0,0139 = Num, 209,1										—	0,536	2,765	2,16	0,636	II	
209,1 : 16,2 = 12,97. 17,302 — 12,97 = 4,332										0,3	4,57	12,4	20	25	III	
$\frac{15}{2} \cdot 4,332 =$ 32,49										—	2,435	8,485	16,2	22,5	IV	
										—	6,05	7,715	6,3		V	
$14 \cdot 12,97 = \frac{181,58}{214,07}$										—	—	0,0139	0,08429		VI	
										—	—	1,0325	1,214		VII	
			Summa					2439,5	2202							

Zahl der abgelegten befruchteten Eier, berechnet nach dem Stadium

Fang Nr.	Embryo jung	Keimscheibe
1	117,8	117,8
2	674,6	828,6
3	605,4	1148,4
4	735,8	1407,2
5	300,6	625,1
6	216,0	452,5
	2650,2	4579,6

Das mittlere Alter der Stadien, mit dem gerechnet werden muß, ist insofern nur annähernd getroffen, als die Annahme gemacht wird, daß ebensoviel jüngere wie ältere Eier des Stadiums gefangen worden sind. Dies kann selbst wenn der Fang genügend groß gewesen wäre, nicht genau zutreffen, weil die Zahl der älteren Eier durch die Zehrung gegenüber der Zahl der jüngeren Eier etwas vermindert sein muß. Der Fehler wird nicht groß sein, drückt aber die Zahl der frisch gelegten Eier etwas hinab. Die Rechnung ist ähnlich gemacht wie in Tabelle III, nur mußte der Hypotokos berücksichtigt werden. Für die erste Fangperiode mußte der Zuwachs der Eier von 1 auf 19 im Lauf von 11 Tagen maßgebend sein, denn das älteste Ei des Stadiums „Embryo jung" konnte nur 11 Tage geschwommen haben. Für die ausführlichen Rechnungen glaubte ich annehmen zu müssen, daß mit dem Mittel der Eier der beiden Stadien, aus denen der Hypotokos berechnet wurde, zu rechnen sei. Ich habe dieselbe Rechnung für das Stadium „Embryo jung" und für das Stadium der „Keimscheibe" durchgeführt. Die Rechnung mit letzterem Stadium gibt außerordentlich hohe Zahlen. Ich möchte glauben, daß dem Stadium zu viele Eier zugerechnet sind, die Ursache kann aber auch in Zufälligkeiten des Fanges oder auch darin liegen, daß von den Eiern „Embryo jung" schon einige gesunken sind. Die Eizahlen stimmen im einzelnen schlecht überein mit den Zahlen, die in Tabelle III gefunden sind, aber bei den so spärlichen Fängen der „unentwickelten Eier" kann höchstens das Gesamtresultat verglichen werden. In der sechsten Fangperiode konnten nicht mehr die Stadien mit Keimscheibe für die Entwicklung des Hypotokos gebraucht werden, sondern es mußte auf das Stadium „Embryo pigmentiert" zurückgegriffen werden. Als Zwischenzeit ist der Abstand von Ende der früheren bis Ende der berechneten Periode genommen. Richtiger ist, von Mitte zu Mitte zu rechnen; die Summen wären bei dieser Rechnung mit 1,26 zu multiplizieren.

In den Rechnungen ist meistens unterlassen, die in der ersten Zeile gebrauchten Logarithmen als solche zu bezeichnen, aber es wird leicht erkannt werden, wo es sich um Logarithmen handelt.

Die Rechnung ergibt klar, daß ein zu bedeutender Abfall zwischen dem Stadium „Embryo jung" und denen des „Embryo pigmentiert" und mit „pigmentiertem Auge" gefunden wird, um durch die Zehrung erklärt werden zu können. Eine tägliche Abnahme von 6,9 und sogar 25% steht ganz außer Frage. Es ist wohl nur die Erklärung des Verhaltens möglich, daß in der Beltsee die Mehrzahl dieser Eier dem Boden so nahe gelegen haben, daß das Netz sie nicht mehr fangen konnte. In der Nordsee dürften die Verhältnisse günstiger liegen. Die älteren Stadien würden gute Auskunft über die Eiablage in den Zwischenzeiten geben können; darauf muß in der Beltsee verzichtet werden, so daß, um Genaues über die Eiablage zu erfahren, hier möglichst häufig gefischt werden müßte.

Die Berechnung der frisch gelegten, befruchteten Eier gibt die folgenden Zahlen. Aus den unentwickelten Stadien 2925 und 2337, aus den kombinierten Stadien der Keimscheibe und des jungen Embryo 2440, aus dem jungen Embryo allein 2650 und aus dem Keimscheibenstadium allein 4580. Das Mittel der vier ersten Bestimmungen ist 2588, davon weicht die Bestimmung durch das Keimscheibenstadium so gewaltig ab, daß doch wohl das mittlere Alter der hier zusammengeworfenen Eier zu klein hat gesetzt werden müssen. Die Werte des Hypotokos spielen bei diesem Unterschied kaum eine Rolle. Wenn das „Keimscheibenstadium" statt 28 etwa 30 oder 32 Tagesgrade umfaßt hätte und das Stadium „Embryo jung" entsprechend nur 49 oder 47, was wohl möglich wäre, so würden sich die Rechnungen viel näher gekommen sein. Wie jetzt die Dinge liegen, hat die Rechnung kein zuverlässiges Resultat ergeben. Da künftige Eiuntersuchungen doch wohl auf die Stadien und deren rechnerische Untersuchung werden eingehen müssen, führe ich die daraus zu entwickelnden Betrachtungen unter Annahme des Mittels aus den fünf Werten, also von 2986 frisch gelegten Eiern, weiter durch.

Der Zinsfuß des Todes, den ich als Nekrotokos bezeichnet habe, sollte überall ziemlich ähnlich sein, der Hypotokos Z zeigt sehr große Verschiedenheiten. Der Nekrotokos wäre nur zu finden, wenn fortwährend die gleiche Anzahl Eier abgesetzt worden ist, also namentlich in der Hochzeit des Laichens, wenn dann die Zehrung der Eier die gleiche bleibt, wie vor und nach dieser Zeit, also der Nekrotokos ganz konstant wäre. Bei den vorliegenden Untersuchungen hat der tägliche Eiabsatz zu- oder abgenommen. Wenn er zunimmt, ist die Differenz zwischen Stadium der „Keimscheibe" und Stadium des „Embryo jung" zu groß. Daher hat der Hypotokos Z in Nr. I die enorme Höhe von 1,118. Dann vermindert sich die Geschwindigkeit des Eiabsatzes, aber noch immer ist der Tagesabsatz groß, vielleicht wachsend, daher ist Z

in Nr. 2 mit 1,0565 noch immer höher als der Nekrotokos. In Nr. 3 ist Z mit 1,0358 wohl noch immer etwas hoch. In der langen Zwischenzeit zwischen Nr. 3 und Nr. 4 ist die Hochzeit entschieden überschritten. Z ist mit 1,0053 kleiner als der Nekrotokos. In Nr. 5 nimmt Z merkwürdigerweise zu und wird 1,0072. Das kann einfach an einem Fehler der Befunde liegen, es ist aber nicht auszuschließen, daß eine Verzögerung in der Abnahme der Eiabgabe stattgefunden hat. In Nr. 6 hat die Eiabgabe aufgehört oder ist sehr gering geworden. Das Stadium der Keimscheibe tritt daher ganz zurück, so daß mit dem Unterschied zwischen „Embryo jung" und „Embryo pigmentiert" gerechnet werden muß, Stadien, die auf die früher abgegebenen Eier bezogen werden müssen. Z ist = 1,0325. Addiere ich den Hypotokos von Nr. 2 bis 5, so erhalte ich als arithmetisches Mittel den Wert 1,0262, der von dem Wert in Nr. 6 wenig verschieden ist und als Nekrotokos versuchshalber gelten mag.

Die Sachlage ist diese. Wenn A die gelegte Zahl der befruchteten Eier bedeuten mag, a die Eizahl eines Stadiums, n die Zahl der Tage bis zur Mitte dieses Stadiums, b den Zinsfuß, nach dem die Zahl der täglich abgesetzten Eier wächst und z den Nekrotokos, so ist nach der Formel gerechnet worden:

$$\text{Log. } A = \text{Log. } a + n \,.\, \text{Log. } \frac{b}{z}. \qquad \frac{b}{z} = Z \text{ und } b = Z \,.\, z.$$

Wenn der Nekrotokos anderweit gefunden ist, läßt sich also der Wert b bestimmen. Dieser Wert würde für Nr. 1 = 1,147, für Nr. 2 = 1,084, für Nr. 4 = 1,032 sein. Wird b = z, so wird Z = 1, und die Werte der bezüglichen Stadien für einen Tagesgrad werden gleich groß sein. Sinkt b weiter, so werden die bezüglichen Werte der früheren Tagesgrade kleiner sein, als die späteren Werte. Das ist in Nr. 6 eingetreten, aber hier hatte die Eiabgabe schon vor einiger Zeit ganz aufgehört. Diese Werte werden schließlich = 0, weil sich die Eier weiter entwickeln. Daher führt die Untersuchung der Endbefunde nicht auf die wahre Größe des Nekrotokos. Der Wert des Nekrotokos kann nicht konstant sein, weil sich die Menge der Fresser nicht konstant hält. Es würde aber doch mit entsprechenden Werten aus der Nordsee viel besser zu rechnen sein, als mit Werten der Beltsee.

Während die direkte Aufzählung der gefangenen Eier 2202 Stück ergibt, beträgt die berechnete Zahl gelegter lebender Eier nur 2986 Eier. Der Unterschied wäre unerheblich, ich halte daher die Aufzählung unserer Fänge, der Eiexpedition in der Nordsee entsprechend, für ziemlich zutreffend. Was die Beltsee betrifft, so hat Apstein neben der eben genannten Zahl noch 1209 tote Eier nachgewiesen. Es wären also in 89 erfolgreichen Fängen 4195 Eier nachgewiesen oder für den m^2 47 Eier. Ich habe (12, S. 43) berechnet, daß allein die an den Markt gebrachten Butt (fast ausschließlich Schollen) hätten 88 Eier pro m^2 liefern müssen. Mein Befund ist scheinbar erheblich über Apsteins Befund hinausgegangen. Ich habe aber 20 Tage für die Entwicklungszeit genommen. Dies ist zu wenig für die kalte Jahreszeit, aber da, wie nachgewiesen, hauptsächlich nur die früheren Stadien gefangen werden, ist diese Annahme nicht allzu verkehrt. Ich komme dabei auf 278 Eier und einige Larven pro m^2, wesentlich für Dorsch und Butt.

Wenn ich die Rechnung so ausführe, wie ich sie früher für meine 278 Eier gemacht habe, so erhalte ich nach Umrechnung der Eier des Stadiums „Embryo jung" für 2986 Eier für die Scholleneier Apsteins die folgende Aufstellung:

Zahl der Züge	8	12	20	23	15	11	Summe 89
Tote Eier	33	147	318	459	213	39	1209
Lebende Eier	133	760	682	829	339	243	2986
Summe	166	907	1000	1288	552	282	4195
Quote für 1 Zug	20,4	75,9	50	56,4	36,8	25,6	265,1

Es würden also **265** Scholleneier pro m^2 geschwommen haben. An dieser Rechnung ist zu beanstanden, 1. daß in den Zwischenzeiten viele der toten Eier untergesunken und gefressen worden sind. Diese können nicht mit in Rechnung gestellt werden, wie es doch sein müßte. Wenn es sein müßte, würde man aus der Proportion

$$2202 : 2986 = 1209 : x$$

finden, daß 1640 tote Eier anzunehmen sind, aber es wäre erwünscht, wenn festgestellt würde, wie lange unbefruchtete Eier schwimmen. 2. Es sind zu wenig Züge gerechnet, weil lebende, in der Zwischenzeit entstandene Eier (1000 Stück) mitgerechnet wurden. Verrechne ich einfach die wirklich gefangenen Eier in obiger Weise, so erhalte ich das Resultat, daß **211,6** Eier geschwommen haben. Es muß aber noch ermittelt werden, wie viele Dorscheier geschwommen haben, da in meinen 278 Eiern die Dorscheier mitgezählt worden sind. Ich habe (12, S. 43) angegeben, daß auf 84 Butteier 26,6 Dorscheier gefunden wurden. $110{,}6 : 84 = 278 : x$. $x = 211$. Direkt gerechnet hat also Apstein 211,6, habe ich dagegen 211 Scholleneier gefunden. Apstein hat so wenig Dorscheier gefunden, daß sich damit nicht auf die wirklich vorhandenen Dorscheier zurückrechnen läßt. Ich zähle bei ihm nur 559 lebende und tote Dorscheier in der Beltsee, oder die Zahl seiner Scholleneier wäre mit 1,164 zu multiplizieren, um die Zahl von Dorsch- und Scholleneiern zu finden. Bei direkter Rechnung ergeben sich dann für Apstein 246 Dorsch- und Scholleneier, also 30 Eier zuwenig gegenüber meinen 278 Eiern. Der Unterschied ist nicht groß und deutet wenigstens an, daß vor 25 Jahren die Eiablage der Schollen noch der heutigen Eiablage ähnlich gewesen ist, auch scheint die Bestimmung in der Beltsee weniger unsicher zu sein, als ich es befürchtet habe. Hätte ich die Zahl der schwimmenden Eier zu hoch veranschlagt, so wäre meine Angabe, daß jährlich in der Kieler Bucht zwischen $^1/_4$ und $^1/_2$ des Bestandes weggefischt würden, zu niedrig gewesen.

Es hat der Versuch Interesse, sich über den Hypotokos der Larven eine, natürlich nur vorläufige Meinung zu bilden. Die Annahme liegt nahe, daß auf dem Boden liegende Eier und Larven vorzugsweise gefährdet seien. Nach Apstein muß bereits am 9. Dezember eine nicht unbedeutende Zahl von Schollen-eiern geschwommen haben. Am 9. Februar wurden die ersten Larven gefangen, das wäre also eine Entwicklungszeit von 62 Tagen, bei einer Anfangstemperatur von 5°, die aber sehr rasch auf 1,2° und 0,17° absank. Nach meinem Fangverzeichnis I (12) fing ich 1884 am 9. Dezember ein Ei, dann am 13. Januar schon einige Fischlarven; hier war die Zwischenzeit also nur 35 Tage. Die Wasserwärme war im Dezember noch 5°, am 13. Januar noch 3°. Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist bei 3° = 31 Tage, bei 0,26°, wie in Tabelle IV angegeben, 62 Tage, also doppelt so lang. Meine 35 Tage würden demnach einer Zeit von 70 Tagen bei kaltem Wasser entsprechen, und da Apstein zuerst auch 5° hatte, entsprechen sich die beiden Befunde ziemlich gut. Es hat Apstein, an dessen Befunde ich mich halten möchte, in der Zeit vom 29. April bis 2. Mai 18 Schollenlarven in 11 Zügen gefangen, also 1,636 ältere Larven unter dem m^2. Diese Larven stammen von Eiern, die etwa 70 Tage früher in sehr kalter Zeit abgelegt wurden. Mit Hilfe des damaligen Hypotokos von Log. 0,015278 berechnet sich, daß damals etwa 14 Eier täglich pro m^2 abgelegt wurden. Damit weiter gerechnet ergibt sich, daß die Larven unter einem mittleren Hypotokos von 1,0313 entstanden sein müssen. Es war aber nach Tabelle V der Hypotokos für die jüngeren Eistadien 1,0358. Ich halte zwar die letztgenannte Zahl für den Nekrotokos für etwas zu hoch, und die Zahl von 70 Tagen ist gewiß nicht zu hoch, weil die gefangenen Larven meistens schon einige Zeit ausgeschlüpft gewesen sein werden, aber die Rechnung macht es doch genügend wahrscheinlich, daß — wider mein Erwarten — die Zehrung am Boden nicht hervorragend stark ist. Nebenbei gesagt ergibt die Rechnung, daß aus 200 000 Eiern etwa 23 000 Larven entstehen. Von diesen werden also nach vier Jahren etwa 3 Fische noch restieren. Das gibt pro Jahr eine schwere mittlere Zehrung. Mit der zehnfach größeren Menge des quantitativen Fanges würde offenbar schon viel sicherer gerechnet werden können.

Die schönen statistischen Untersuchungen von Heincke, Henking und Enken (2) kommen auf S. 254, wie schon erwähnt, zu dem Resultat, daß aus einem stark befischten Gebiet der südlichen Nordsee jährlich 72% und aus der ganzen südöstlichen Nordsee jährlich 63% des Schollenbestandes fortgefischt werden. Im Kattegat sind sogar einmal 80% der gezeichneten Schollen wiedergefangen (23, S. 19). Auch bei

dieser Untersuchung fehlt es nicht am Wenn und Aber, so daß denn doch eine Kontrolle durch anderweite Untersuchungsarten recht wünschenswert ist. Reichard (Bd. 10, S. 45) gibt an, daß von beinahe 15 000 markierten Schollen im Laufe mehrerer Jahre nur 20,8% wiedergefangen sind. 20,8% Wiederfänge markierter Schollen geben wohl eine zu geringe Zahl für die Entnahme der Fischerei, weil nicht alle markierten Schollen bei dem Aussetzen genügend gesund gewesen sind und weil wahrscheinlich einige dieser Schollen zu klein waren, um sicher in dem ersten Jahr gefangen zu werden. Letzterer Umstand hat weniger Bedeutung, weil, wenn ich recht verstehe, die Wiederfänge für 3 Jahre gelten, während welcher Zeit die zu kleinen Fische genügend gewachsen sein dürften. Alle diese Untersuchungen haben recht viel Arbeit und Kosten erfordert. Die Spannung zwischen 21% und 72% ist recht erheblich und größer, als die Spannung zwischen meinen und Apsteins Resultaten. Doch läßt sich das nicht vergleichen. Redeke (21, S. 52) gibt 41% Wiederfänge, allerdings für mehrere Jahre und Henking rechnet, wie schon erwähnt, 35%.

Es ist, wie mir scheinen will, eine eingehende Feststellung des Eiabsatzes in der Nordsee ein wissenschaftliches Desiderat. Dabei handelt es sich um reine, von Marktberichten und vom Fischereibetrieb unabhängige Forscherarbeit mit Dingen, die sich der Untersuchung nicht entziehen können. Dies ist um so wichtiger, als, auffallend genug, der Winteraufenthalt gewisser Jugendstadien der Schollen der Fischerei bisher nicht zugängig war. Die Untersuchung hat sich freilich auch in der Nordsee an die jüngeren Entwicklungsstadien zu halten, obgleich dort wohl noch etwas ältere Stadien suspendiert bleiben werden, als es in der Beltsee der Fall ist. Daß solche Untersuchungen uns über manches mehr, als sich jetzt voraussagen läßt, belehren werden, ist wohl gewiß.

Von einer qualitativen Fischerei sollte, falls es sich nicht um die Entdeckung neuer Eiarten handelt, so gut wie ganz abgesehen werden. Da Schiffe zur Verfügung stehen, sollte mit großen Netzen, die womöglich eine Wassersäule von 1,5 m^2 Querschnitt filtrieren, gearbeitet werden. Dabei wird es dann nicht nötig und nicht tunlich sein, immer auf alle Arten Fische zu achten. Selbst wenn vorläufig Dorsch- und Schellfischeier zusammengeworfen werden müßten, wäre der Schaden nicht allzu groß.

Für den Fang wird das Netz trichterförmig zu gestalten sein, es wird dann freilich bei der Hebung des Netzes aus dem Wasser sehr viel Wasser abfiltrieren. Eine Verengung des Netzeingangs durch einen Konus von dichtem Zeug halte ich für unerläßlich. Solcher Aufsatz ist erforderlich, weil er 1. den Druck im Netz ermäßigt; 2. den sonst durch die Orbitalbewegung der Wellen und das Stampfen und Schlingern des Schiffs unvermeidlichen Fangverlust verhindert; 3. das Gefälle im Netz etwas herabsetzt und die Anhäufung des Fangs an dem oberen Netzrand mindert; 4. bei dem Hochheben des Netzes eine weniger große Masse des Oberflächenwassers abfiltriert wird, als wenn die Mündung frei ist; 5. wenn das Netz ohne dichten Aufsatz entfernt vom Schiff aufkommt, es nicht vermeidlich ist, daß etwas Oberfläche abgefischt wird, weil der Netzring sich im Wasser schräg stellt, ehe das Netz nahe genug an das Schiff herankommt, um gehoben zu werden; dieser Übelstand wird viel vollständiger vermieden, wenn ein Aufsatz vorhanden ist; 6. vermieden wird, daß das Netz Mudde und Schlick vom Boden aufnimmt.

Ich habe in meiner Arbeit „Das Leben im Ozean" ein solches Netz gezeichnet, habe dann noch am Schluß angegeben, daß der dichte Aufsatz nicht lose hängen dürfe, sondern gestützt sein müsse. Für den Durchmesser des Netzes würde ich 160 cm, für den Durchmesser der Öffnung des Aufsatzes 143 cm wählen. Die Größe der Netzwand wird sich nach den in meiner Methodik (19, S. 88) angegebenen Filtrationskoeffizienten berechnen lassen[1]), je nach der Maschenweite, die gewählt wird. Bei der größeren Maschenweite wird die wirkliche Filtration nicht viel hinter der berechneten zurückbleiben. Es werden zwei Filtriereimer erforderlich sein, damit das Netz sofort wieder gebraucht werden kann, sobald es entleert worden ist. Drei Züge an einem Ort geben 4,5 m^2 Oberfläche, also 14 mal mehr, als ein Zug des gebräuchlichen Netzes. Sind die Eier noch spärlicher verbreitet als 1 Ei pro 4,5 m^2, so wird deren Zahl für die Rechnung kaum von Bedeutung sein, auch dürfte ein solcher Fall, wenn überhaupt Eier vorhanden sind, recht selten vorkommen.

[1]) Die Zahlenbenennungen der Gaze haben sich geändert, so daß jetzt die frühere Nr. 20 zu Nr. 25 geworden ist. Auf S. 72 sind die Fadenzahlen für 100 mm angegeben, nach denen die Veränderungen der Numerierung erkannt werden können.

Vanhöffen hat in der Weise gefischt, daß er das Netz mit der Mündung nach unten gekehrt sinken ließ und darauf offen aufzog. Buchanan-Wollaston (20) hat neuerdings ein Netz geplant, das absinkend fischen soll, um dann geschlossen aufgeholt zu werden. Er betont mit Recht, daß das sinkende Netz viel gleichmäßiger fangen muß, als das aufwärts gehende, weil letzteres wegen der Bewegung des Schiffs ungleichmäßig rasch gezogen wird. Der von ihm vorgeschlagene Apparat ist etwas kompliziert, auch verkennt er die Notwendigkeit eines dichten Aufsatzes. Die Art, wie Vanhöffen fischt, scheint mir für quantitativen Fang verwendbar. Dazu würde gehören, daß der Eingang des Netzes mit einem festen Kreuz überspannt wird und daß von diesem Kreuz eine feste Stange bis in den Tubus des Eimers hinunter geht. Dadurch würde ein Zusammenfallen des Netzes bei der Umkehr in der Tiefe verhindert werden. Wird dann an dem Netzseil in der Entfernung von etwa 2 oder 2,5 m ein schweres Gewicht angehängt, das das Netz hinunter zieht, so wird man an Bord, falls die Tiefe nicht genau bekannt sein sollte, bemerken, wann das Gewicht den Boden berührt. Beginnt man dann sofort mit der Hebung des Netzes, so wird dieses dicht über dem Boden sich ohne Fangverlust umdrehen und fischend aufkommen. Es durchfischt dann die doppelte Wassermasse, also in drei Zügen 9 m^2 ohne einen größeren Zeitverlust, als bei gewöhnlichem Verfahren. In diesem Fall dürfte auch wohl ein Netz, das nur 1 m^2 Oberfläche umfaßt, genügen.

Zusammenfassung.

Nachdem die fünf verschiedenen Möglichkeiten, ein Urteil über den Fischbestand der Meere zu gewinnen, erörtert worden sind, wird auf das Verfahren, den Bestand an schwimmenden Eiern während der Laichzeit und dadurch den Fischbestand zu bestimmen, näher eingegangen. Es hatten vor 30 Jahren begonnene Untersuchungen ergeben, daß die Eier vieler im Winter laichender Fische frei schwimmen und in der Beltsee so gleichmäßig verteilt waren, daß quantitative Bestimmungen bei intensiver Forschung möglich schienen und begonnen wurden. Da die falsche Annahme gemacht wurde und sich noch erhält, daß sich diese Arten Fische auf Laichplätzen sammeln, wird versucht, dem wirklichen Verhalten näher zu kommen. Es wird das Verhalten der Heringe auf wirklichen Laichplätzen beschrieben, die bei der Abgabe des Laichs in großer Unruhe erhebliche Strecken durchlaufen. Ein ähnliches Verhalten der Winterlaicher erscheint um so wahrscheinlicher, weil dies durchaus im Interesse der Brutpflege liegt. Dazu kommt, daß viele Wochen vergehen müssen, ehe ein Weibchen seine Eimassen völlig entleeren kann. Eine Karte der Eifunde weist nach, daß schon allein die Schollen in der Nordsee einen Laichbezirk haben, der etwa $^2/_3$ der Fläche umfaßt. Eimengen, wie sie über einem wirklichen Laichplatz zu finden sein müßten, sind durch alle Versuche bisher nirgends gefunden.

Nachdem so eine Erklärung für die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Eier innerhalb größerer Meeresflächen gewonnen ist, werden die Resultate der älteren Eibestimmungen in der Beltsee und der Ei-expedition in der Nordsee mitgeteilt, und über den Befund der Plankton-Expedition im tropischen Wasser, der gleichfalls die Gleichmäßigkeit der Verteilung und daneben die relativ erhebliche Zahl der Brut nachweist, wird berichtet. Es hat sich ergeben, daß dort ein Ei auf 2,3 Larven entfällt, während in der Nordsee umgekehrt 4 Eier auf eine Larve gefunden wurden und in der Beltsee der Larvenbefund noch weit ungünstiger ist. Genauere Verfolgung des Verhaltens zeigt, daß Ehrenbaum je 1 Larve auf 4,8 Schollen und auf 18 Flundereier gefunden hat. Die Flunderlarven schlüpfen in so unvollkommenem Zustand aus, daß sie jedenfalls viel länger als unbeholfene und sicher fangbare Larven schwimmen müssen als die Schollenlarven, und dennoch ist der Befund umgekehrt. Auf hoher See können die Larven dem Fang bei genügendem Tiefgang des Netzes nicht entgehen, weil sie den Grund nicht erreichen können; in der Nord- und Beltsee können sie leicht dem Boden so nahe kommen, daß das Netz sie nicht mehr erfassen kann. Es muß geschlossen werden, daß die Larven, solange sie noch vom Dotter zehren und ganz unbehilflich sind, in der Mehrzahl am Boden liegen und daß deshalb der Fang mancher Larven so spärlich ausfällt.

Die sehr wichtige Frage, ob die Eier gleichmäßig genug verteilt sind, um aus ihrer Gesamtzahl aus richtig verteilten Stichproben einen annähernden Schluß ziehen zu können, ist durch Parallelfänge der Helgoländer biologischen Station eingehend geprüft worden. Da Zufälligkeiten hier eine große Rolle spielen, kann die Verschiedenheit von Parallelfängen zwar groß sein, aber im Mittel von 100 Versuchen weichen die Fänge doch nur um 12,5% von dem Mittelwert ab. Da immer mit zu kleinem Netz gefischt

wurde, haben auch noch die unvermeidlichen Fehler kleiner Stichproben einen Teil dieser Abweichungen verschuldet, wie eingehend nachgewiesen wird.

Um dem absprechenden Urteil über die Eiexpedition in der Nordsee, das als irrig demonstriert wird, entgegenzukommen, wird die neue Arbeit von Apstein über die Eier in der Beltsee zu einer Analyse benutzt. Es wurden auf diesen Fahrten eine große Anzahl von toten Eiern gefunden, die nahezu alle unbefruchtet waren. Dieser Befund ist ungewöhnlich, aber die Rechnung weist genügend sicher nach, daß er richtig ist, da die Zahlen der jüngeren Eistadien recht gut stimmen.

Die Bedenken, die gegen die Benutzung der Befunde an lebenden Eiern geltend zu machen sind, werden eingehend geprüft.

Die Berechnung der Anzahl der wirklich gelegten Eier stützt sich auf eine Tabelle, in der die Tagesgrade für die Entwicklung der Scholleneier von Apstein festgestellt worden sind. Die Berechnung der gelegten befruchteten Eier kann sowohl mit Hilfe des Stadiums der „unentwickelten" Eier oder mit Hilfe des Hypotokos (der Zehrung bei fortwährendem Zufluß neuer Eier) und älterer Entwicklungsstadien geschehen, wenn, was der Fall ist, die Temperaturen des Wassers bekannt sind. Das sog. unentwickelte Stadium dauert nur $^1/_{82}$ der ganzen Entwicklungszeit im Ei. Während die direkte Addition der lebend gefangenen Eier die Summe 2200 ergibt, zeigt die Berechnung aus diesem Stadium, daß 2900 Eier vorhanden gewesen sein werden. Die mit Hilfe späterer Eistadien und des Hypotokos ausgeführte Rechnung ergibt dagegen, daß etwa 3000 frisch gelegte Eier den gefundenen 2200 entsprochen haben werden. Die Rechnung ergibt aber ferner mit großer Evidenz, daß nicht nur die jüngeren Larven, sondern namentlich ein sehr erheblicher Teil der älteren Eistadien so dicht über dem Boden geschwommen oder ihm aufgelegen haben, daß das Netz sie nicht mehr genügend hat fangen können.

Die Vergleichung von Apsteins Fängen mit meinen früheren Fangresultaten ergibt bei gleicher Art der Berechnung für Apstein 211,6 und für meine Fänge 211 Scholleneier pro m^2 direkt gefangen. Daß die Zahlen nahezu gleich sind, muß zufällig sein, aber es deutet an, daß in den letzten 25 Jahren eine sehr große Veränderung des Laichgeschäfts nicht stattgefunden hat.

Während damals berechnet wurde, daß von geschlechtsreifen Schollen und Dorsch jährlich aus der Kieler Bucht zwischen $^1/_4$ und $^1/_2$ des Bestandes entnommen werden, schwanken für die Scholle und die südliche Nordsee die anderweit auf andere Weise gewonnenen Zahlen zwischen 15,7 und 72% der Jahresausbeute. Dazwischen werden Werte von 35 und 41% genannt. Garstang (23 H) rechnet 14%. Joh. Petersen (22 u. 22 A) hat nach seinen Markierungsversuchen für das Kattegat geschlossen, daß etwa $^1/_3$ des Schollenbestandes jährlich gefangen werde.

Es wird empfohlen, die qualitative Fischerei auf Eier ganz fallen zu lassen und statt dessen mit größerem Netz ausgiebig quantitativ zu fangen. Die solchem Netz zu gebende Form wird besprochen und motiviert. Zur Erwägung gestellt wird eine Einrichtung, mit der sowohl im Fallen wie im Steigen des Netzes quantitativ gefangen werden kann.

Zitierte Literatur.

1. Reichard, Die deutschen Versuche mit gezeichneten Schollen. Wissensch. Meeresuntersuchungen. Helgoland. Bd. IX, Heft 1. 1909. Bd. X, S. 48. 1910.
2. Henking und Euken, Die Statistik der deutschen Schollenfischerei im Nordseegebiet. Teil 2. Aus: Die Beteiligung Deutschlands an der internationalen Meeresforschung. Bericht VI. 1911.
3. Hensen, Über das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische. Vierter Bericht d. Kommission z. Erforschung d. deutschen Meere. VII. bis XI. Jahrgang. 1884. S. 297.
4. Apstein, Die Verbreitung der pelagischen Fischeier und Larven in der Beltsee 1908/09. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Kiel. N. F. Bd. 13, S. 227.

4A. Reibisch, Über den Einfluß d. Temperatur auf d. Entwicklung d. Fischeier. Ebenda Bd. 6, S. 214.

5. G. O. Sars. Indberetninger til Departementet for det Indre angaaende Torskefiskeriet i Lofooten. Christiania 1869. In englischer Übersetzung in: United States Commission of Fish and Fisheries. Report 1877. 6.
6. Kupffer, Über das Laichen und die Entwicklung des Herings. Jahresbericht d. Kommission z. w. U. d. d. Meere. Jahrgang IV bis VI. 1878. S. 26.
7. Cossar Ewart, On the natural and artificial Fertilisation of Herring ova. Proceedings of the royal Society. 1884.
8. Gießler, D. k. schwedischen Akademie d. Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre auf das Jahr 1748. Aus d. Schwedischen übersetzt von A. G. Kästner. Bd. X. Hamburg und Leipzig 1753. S. 116.
9. Earll, United States Commission of Fish and Fisherie. Report 1878. Prt. VI, S. 685.
10. Reibisch, Biologische Untersuchungen über d. Gedeihen, Wandern und Ort der Entstehung d. Scholle in d. Ostsee. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Kiel. Bd. 13, S. 127.
11. Ehrenbaum, Eier und Larven der im Winter laichenden Fische der Nordsee. II. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Helgoland. Bd. IX, Heft 2.
12. Hensen, Über die Bestimmung des Planktons. Fünfter Bericht d. Kommission z. U. d. d. Meere. XII. bis XVI. Jahrgang. 1887.
13. Hensen und Apstein, Über die Eimenge der im Winter laichenden Fische. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Kiel. Bd. II, Heft 4, 1897, und Hensen, Ergänzungen und Berichtigungen, ebenda. Bd. V, S. 157. 1901.
14. Franz', Die Eiproduktion der Scholle. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Helgoland. Bd. VIII, S. 59.
15. Oscar Sund, Undersögelser over Brislingen i norske farvand. Aarsberetning vedkommende Fiskerier for 1910. 3. Heft, S. 367.
17. Strodtmann, Eier und Larven der im Winter laichenden Fische der Nordsee. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Helgoland. Bd. VIII, S. 177.
18. Hensen, Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. V, O. Das Leben im Ozean. Kiel 1911. S. 22.
19. Hensen, Methodik. In: Ergebnisse d. Plankton-Expedition. Bd. I, B.
20. Buchanan Wollaston, On a new Form of Plankton-Net. . . Publications de Circonstance Nr. 59. Copenhagen 1911.
21. H. C. Redeke, Die holländischen Versuche mit gezeichneten Schollen. Zweiter Bericht. In: Verhandelingen uit het Rijksinstituut voor het Onderzoek der Zee. Teil 3. 1911.
22. C. G. Joh. Petersen, Markering of Fisk i Havet. Fiskerieberetning for Finantsaaret 1888/89, und 22A. Derselbe, On the biology of our flat-fishes (Fiskerieberetning Nr. 4). 1893/94. Report of the Danish Biological Station. S. 140/41.
23. Rapports et Procès-Verbaux. Vol. III. Édition Allemande. 1905. Anlage G.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Hydrographische Abteilung. Nr. 9.

Die hydrographisch-chemischen Methoden.

Von

Ernst Ruppin.

Probenahme und Temperaturbestimmung.

Das Schöpfen der Wasserproben kann mit beinahe jedem der bekannten neueren Wasserschöpfer mit gleicher Zuverlässigkeit geschehen. Ein Haupterfordernis an den Apparat ist, daß der Wasserdurchfluß durch ihn frei und ungehindert erfolgen kann, damit nicht Wasser aus höheren Schichten in die Tiefe mitgenommen wird. Für den Gebrauch an Bord des Poseidon habe ich mir einige Änderungen am Krümmelschen Wasserschöpfer anbringen lassen, die sich als sehr praktisch bewährt haben. Zunächst habe ich die Aufhängung des Petterssonschen Wasserschöpfers benutzt*). Die Federn der Aufhängung des Krümmel-Schöpfers waren, um ein Rosten zu verhindern, aus Messing angefertigt und verloren dann ihre Elastizität, so daß sie ihre Form dauernd veränderten; daher erfolgte das Schließen des Schöpfers nicht mehr sicher. Die Aufhängung und Auslösevorrichtung nach Pettersson hat nie versagt. Will man mehrere Apparate übereinander am selben Draht benutzen, so muß man die Propellerauslösung wählen. In der unteren Platte des Wasserschöpfers ist kein Hahn, sondern ein einfacher Schlauchansatz mit Gummischlauch und Quetschhahn angebracht. Man achte darauf, daß der letztere aus einem Stück Messingdraht gebogen ist, ohne Lötstellen, da diese im Meerwasser nicht halten. Der obere Luftzuführungshahn ist mit einem Gewinde von möglichst großem Durchmesser in die obere Platte eingeschraubt, damit man ihn herausschrauben und durch das Loch eine Schere nach Pettersson mit der evakuierten Glasröhre zur Entnahme der Probe für Gasanalysen einführen kann. Man kann übrigens auch die evakuierte Röhre in den Gummischlauch einführen und die Spitze darin abbrechen, man muß nur dafür sorgen, daß alle Luft im Schlauch zuvor durch Wasser verdrängt wird.

Die Isolierung der Wasserprobe, wie sie im Original-Pettersson-Apparat stattfindet, halte ich für überflüssig. Die Temperaturbestimmung geschieht heute mittelst Umkippthermometer mit großer Genauigkeit. Von einigen Seiten sind Bedenken geäußert worden, ob bei der möglichen Temperaturerhöhung nicht ein Gasverlust eintreten könnte. Ich glaube, ein solcher ist nicht zu befürchten. Ich habe folgenden Versuch angestellt. Im Skagerrak habe ich aus 450 m Tiefe den Wasserschöpfer möglichst schnell aufgeholt und Proben für Stickstoffbestimmungen entnommen. Dann habe ich wieder Wasser aus 450 m geschöpft, den Apparat bis 5 m aufgeholt, ihn dort 20 Minuten hängen lassen, ihn dann an Bord genommen und wieder Proben genommen. Die Analyse gab für beide Male gleiche Werte. Allerdings waren die Temperaturdifferenzen nicht sehr groß; die Bodentemperatur war $5^1/_2{}^0$, die Oberflächentemperatur 18^0, während man in den Tropen bis zu $2^1/_2$mal so große Differenzen haben kann. Die Überlegung zeigt aber, daß man auch dort keinen Gasverlust fürchten braucht. Zahlreiche Analysen der verschiedensten Expeditionen haben gezeigt, daß die Gase überall nur in Beträgen gelöst sind, die ungefähr der Löslichkeit bei einer Atmosphäre Druck entsprechen. Durch die Temperaturerhöhung um maximal 30^0 wird die Löslichkeit noch nicht auf die Hälfte herabgesetzt. Solange der Apparat geschlossen ist, wird überhaupt kein Gasverlust eintreten, da der löslichkeitsvermindernde Einfluß der steigenden Temperatur durch den höheren Druck, der im Apparat herrscht, wettgemacht wird; erst beim Öffnen des Hahnes könnte Gasverlust eintreten. Wenn man sieht, wie lange es dauert beim Erhitzen eines bis zum Halse mit Wasser gefüllten größeren Glaskolbens, ehe merkliche Gasblasen entweichen, wird man nicht der Meinung sein, daß in der kurzen Zeit der Probeentnahme ein Gasverlust eintreten wird.

*) Auch Brennecke[1]) im Planetwerk hat sich von dieser Anordnung viele Vorteile versprochen.

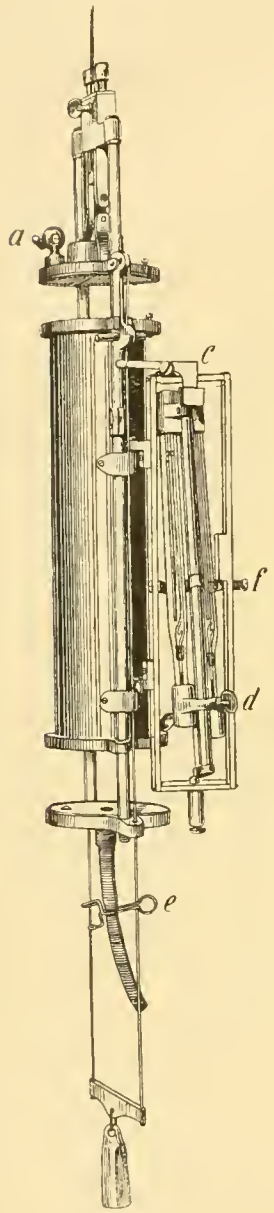


Fig. 1.
Wasserschöpfer geöffnet.

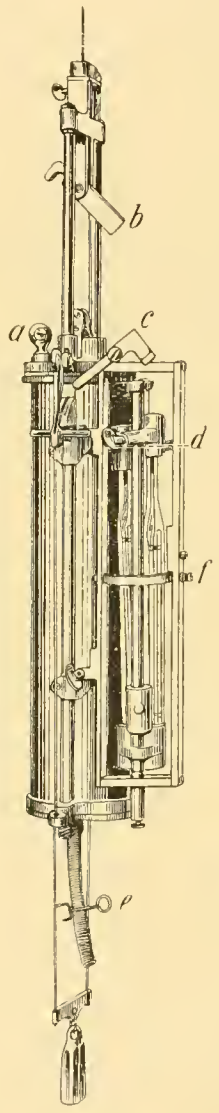


Fig. 2.
Wasserschöpfer geschlossen.

Fig. 1. a Hahn zum Herausschrauben. In das Loch wird die Pettersson'sche Schere mit Glasröhre eingeführt.
c Hebel, der den Umkipprahmen aufrecht hält, läßt ihn los beim Zusammenklappen des Schöpfers.
d Hülsen mit Schrauben, um verschieden lange Thermometer benutzen zu können.
e Quetschhahn.
f Feder an der Achse, bewirkt das Umkippen.

Fig. 2. b Haken, an dem der Oberteil des Wasserschöpfers in offenem Zustande hängt.

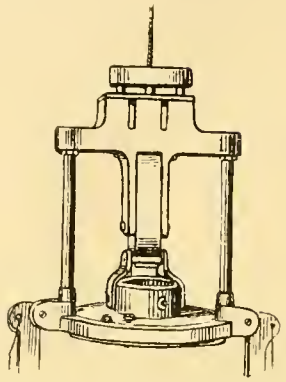


Fig. 3.
Aufhängung in Ansicht von vorn.

Ich habe oben von der Schere nach Pettersson gesprochen. Da dieses praktische Instrument meines Wissens noch nicht beschrieben ist, obgleich es seit langen Jahren von vielen Seiten benutzt wird, so will ich gleich eine Beschreibung geben. Es besteht aus zwei ineinandergesteckten Röhren, die am Ende durch Scheiben verschlossen sind, die exzentrisch ein Loch tragen. Bei zusammenfallenden Löchern steckt man eine evakuierte Röhre hinein, so daß ihre Spitze am andern Ende durch die Löcher herausragt. Dreht man die eine Röhre der Schere um ihre Achse, so wird die Spitze abgebrochen.

Das Zuschmelzen der mit Wasser gefüllten Röhren erfolgt über einer kleinen Spiritusgebläselampe. Man erhitzt zunächst vorsichtig den mit Wasser gefüllten dünnen Teil der Glasröhre, der außen trocken sein muß, bis sich ein Wasserdampfraum zwischen zwei Wassersäulen gebildet hat; daß dabei das Wasser etwas knackt und spritzt, stört nicht. Dann schmilzt man im Dampfraum über der heißen Stichflamme ab. Die zugeschmolzene Spitze halte man senkrecht nach oben, bis das Wasser sich wieder darin kondensiert hat. Die zunächst sichtbare Gasblase war Wasserdampf, der sich, ohne eine Blase zu hinterlassen, kondensiert. Auf diese Weise wird man nur selten Bruch des Glasrohres haben.

Mit dem Schöpfen der Wasserprobe ist stets eine Temperaturmessung verbunden. Zu diesem Ende ist an den Gleitstangen des Wasserschöpfers ein Kipprahmen für zwei Thermometer angebracht. Früher beim Krümmelschen Wasserschöpfer befand sich das Thermometer am mittleren Zylinder des Apparates. Durch das auslösende Fallgewicht fielen Thermometer, Mittelzylinder und Beschwerungsgewicht gleichzeitig, und durch den starken Ruck gerieten die Kippthermo-

meter schnell in Unordnung. Jetzt haben sie nur noch das sanfte Umkehren im Rahmen auszuhalten, was den Verbrauch an Thermometern erheblich herabgesetzt hat. Die Form der Rahmen ist ziemlich gleichgültig. C. Richter in Berlin und A. Zwickert in Kiel liefern brauchbare Formen. Es empfiehlt sich, ein Modell zu benutzen, bei dem das Umkippen durch eine Feder bewirkt wird. Man ist dann sicher, daß, auch wenn der Strom den Apparat schräg stellt, das Umkippen auf alle Fälle erfolgt, während es nicht immer eintritt, wenn der Rahmen infolge von unsymmetrischer Gewichtsanordnung umschlagen soll; auch muß der Rahmen für verschiedene Größen von Thermometern benutzbar sein, da sie nicht immer von gleicher Länge ausfallen.

Neben dem Thermometer zur Temperaturbestimmung sollte man stets ein offenes, nicht gegen Druck[2]) geschütztes verwenden. Die Differenz der beiden ist ein Maß für die Tiefe, in der der Apparat zusammengeklappt ist. Von Vorteil ist dies besonders, wenn man bei größeren Tiefen Propellerauslösung zum Umkippen verwendet, weil man auf diese Weise stets erfahren kann, ob es an der richtigen Stelle eingetreten ist; ebenso dient die Differenz zur Bestimmung der Tiefe des Apparates, wenn der Draht infolge von Wind oder Strom nicht senkrecht hing. Auch das Druckthermometer muß natürlich für die verschiedene Temperatur in der Luft und im Wasser korrigiert werden; dafür muß man eine etwas andre Formel verwenden als für das gewöhnliche Thermometer. Es sei T die am offenen Hauptthermomer, t_1 die am zugehörigen Fadenkorrektionsthermometer abgelesene, t sei die wahre Temperatur des Wassers, v das auf dem Thermometer angegebene Volumen in Graden, dann ist die wahre, durch Druck erhöhte Temperatur

$$T_W = T + \frac{(T + v)\ (t - t_1)}{6300} \text{ (für Jenaer Glas } 16^{III}),$$

die Tiefe, in der das Umkippen erfolgt, ist $= k\ (T_W - t)$; die Konstante k wird von der physikalisch-technischen Reichsanstalt ermittelt. Man muß berücksichtigen, daß 10 m Wassersäule nicht = 1 kg, sondern ungefähr 1,025 kg sind, für größere Tiefen erhöht sich der Wert noch durch die Kompressibilität. Auch scheint es, als ob der Wert k mit der Zeit erst seinen Grenzwert erreicht, er scheint im Anfang etwas zu wachsen. Ich verfahre deshalb so, daß ich bei allen Messungen notiere, ob der Draht senkrecht gehangen hat; aus den guten Messungen berechne ich dann den Wert k für die zeitlich benachbarten, bei denen Wind und Strom ungünstig waren.

Ein derartiges Instrument muß sich theoretisch in allen Tiefen verwenden lassen. Nach Violle, Theoretische Physik, Bd. I, pg. 415, ist die Volumenabnahme bis fast zur Bruchgrenze proportional dem Druck bei Glas. Die maximale Beanspruchung ist nach Bach, Elastizität und Festigkeit,

$$k > p \cdot \frac{r}{s},$$

hierbei ist k die Druckfestigkeit, die für Jenaer Glas $16^{III} = 11\,290$ kg pro Quadratzentimeter ist. Ich habe die Dimensionen eines Thermometers ausgemessen; der äußere Durchmesser des Gefäßes war 7,4 mm, der innere 5,8, die Wandstärke s also 0,8 mm, r = 3,7; setzen wir die Zahlen ein, so haben wir

$$p < \frac{11\,290 \cdot 0{,}8}{3{,}7} = 2441 \text{ kg}.$$

Für den Fall, daß man die Gleichung für Widerstand gegen Schub benutzen muß, so erhält man immerhin noch 1292 kg, ein Druck, der höher ist, als er irgendwo im Meere bekannt ist, und durch geringe Steigerung der Wandstärke läßt sich die Widerstandskraft gegen Druck noch erheblich vermehren, allerdings nimmt dann die Empfindlichkeit für den Druck ab. Doch macht dieses nichts aus, weil man für große Tiefen sowieso eine geringere Empfindlichkeit braucht, da sonst das Thermometer zu lang ausfallen würde. Das obige Thermometer hatte eine Empfindlichkeit, die einem Grad Unterschied für 100 m entsprach.

Die Bestimmung des Salzgehaltes.

Um den Salzgehalt einer Meerwasserprobe festzustellen, muß man sich indirekter Methoden bedienen, da es ein direktes Verfahren dazu nicht gibt, ja nach Lage der Sache nicht geben kann, weil chemische Veränderungen mit den Salzen beim Eindampfen vor sich gehen. Seesalz verliert nämlich beim Eintrocknen Kohlensäure und Salzsäure. Die indirekten Methoden sind eine chemische und zwei physikalische.

Nach der chemischen bestimmt man einen Bestandteil, das Chlor, und berechnet daraus den Gesamtsalzgehalt unter der Annahme, daß ein konstantes Verhältnis zwischen diesen Zahlen vorliegt. Nach den hydrographischen Tabellen von Knudsen ist $S = 0{,}030 + 1{,}8050 \cdot Cl$. Daß diese Formel den Wert des Salzgehaltes auf $\pm$ 0,01 ‰ richtig wiedergibt, ist durch neuere Kontrolluntersuchungen [3]) bestätigt worden.

Um den Chlorgehalt festzustellen, benutzt man heute allgemein die Methode von Mohr, wobei nach dem Vorschlag von Knudsen als Vergleichssubstanz Normalwasser gebraucht wird. Dieses kann vom hydrographischen Laboratorium in Kopenhagen bezogen werden. Es ist ein Meerwasser von 35 ‰ Salzgehalt, dessen Chlorgehalt sehr genau bestimmt ist. Dadurch, daß alle Laboratorien dasselbe Vergleichswasser benutzen, wird eine weitgehende Übereinstimmung der Untersuchungen gewährleistet.

Die Büretten zum Titrieren läßt man sich zweckmäßigerweise in Grade einteilen, jeder Grad faßt 2 ccm und ist in $^1/_{20}$ geteilt. Zum Abmessen des Meer- und Normalwassers benutzt man eine Pipette von 15 ccm, die am oberen Ende einen Schwanzhahn trägt. Dadurch, daß man sie mit Flüssigkeit bis über den Hahn füllt, diesen dann schließt und durch Drehung des Hahnes die Entleerung herbeiführt, mißt man automatisch mit großer Schärfe stets das gleiche Wasserquantum ab. Haben Bürette und Pipette die oben angegebenen Größenverhältnisse, so stellt man sich die Silberlösung dar, indem man zu 373 g chemisch-reinem, neutralem, kristallisiertem Sibernitrat 10 Liter destilliertes Wasser gibt. Als Indikator wird eine Lösung von neutralem chromsaurem Kalium, die in 100 ccm 10 g Salz enthält, benutzt. Die Ausführung einer Titration geschieht auf folgende Weise. In einem gewöhnlichen, starkwandigen, farblosen Trinkglase werden 15 ccm Normalwasser abgemessen, dazu kommen 35 ccm destilliertes Wasser, weil ohne dieses das entstehende Chlorsilber Silbernitrat oder Natriumchlorid okkludieren könnte. Dann gibt man 2 Tropfen der Chromatlösung zu. Unter kräftigem Rühren läßt man nun von der Silberlösung auf einmal soviel zufließen, daß die ganze Flüssigkeit gerötet erscheint, rührt kräftig um bis zum Verschwinden der roten Farbe und läßt jetzt tropfenweise die Silberlösung zufließen, bis die gesamte Flüssigkeit bei kräftigem Rühren einen beständigen rötlichen Schimmer zeigt. Diese Färbung ist nicht sehr dauerhaft, bei längerem Rühren verschwindet sie wieder, weil auch das Silberchromat schwerlöslich ist. Dafür verfärbt sich nun der Niederschlag. Das erste Auftreten des Schimmers zeigt den Endpunkt der Reaktion an. Beim Titrieren des Meerwassers wird in gleicher Weise verfahren und nach den hydrographischen Tabellen von Knudsen der Salzgehalt berechnet.

Im Laboratorium wird ein geübter Arbeiter eine Genauigkeit von 0,01—0,02 ‰ im Chlorgehalt erreichen. Man kann wohl dieselbe Genauigkeit beim Titrieren an Bord erzielen, d. h. zwei nebeneinander ausgeführte Titrationen unterscheiden sich nicht um mehr. Trotzdem haben zuverlässige Beobachter an Bord nicht diese Genauigkeit erhalten. Die Schwierigkeit liegt darin, daß es bei der großen Verdunstungsgeschwindigkeit auf dem Schiff nicht möglich ist, eine angebrochene Flasche Normalwasser mit dieser Genauigkeit im Salzgehalt zu konservieren. Es ist verlorene Mühe, derartige Sorgfalt auf die Titrationen zu verwenden, wenn die Konstanz des Gehaltes der Urtitersubstanz nicht gewährleistet werden kann.

Die physikalischen Methoden beruhen auf der Feststellung des spezifischen Gewichts und der Lichtbrechung. Zunächst sind beide Verfahren ausgezeichnet, um sich eine vorläufige Vorstellung von der Höhe des Salzgehaltes sofort auf dem Schiff zu verschaffen. Die Genauigkeit ist bei beiden Methoden in diesem Falle 0,1 ‰. Zur Feststellung des spezifischen Gewichts bedient man sich gewöhnlicher Aräometer, zur Bestimmung der Lichtbrechung des Zeißschen Eintauchrefraktometers. Daß man in beiden Fällen keine höhere Genauigkeit erzielen kann, liegt daran, daß beide Größen in gleicher Weise stark von der Temperatur abhängig sind, und es ist ausgeschlossen, diese in der erforderlichen Genauigkeit an Bord festzustellen oder konstant zu erhalten. Im Laboratorium kann man dagegen das spezifische Gewicht wohl bis auf eine Einheit der fünften Dezimale bestimmen. Allerdings erfordert diese Genauigkeit sehr viel Zeit und Sorgfalt, so daß man wohl bei Präzisionsarbeiten diese Grenze erreichen kann, nicht aber bei der Untersuchung einer großen Reihe Proben.

Hat man sehr viel Wasser zur Verfügung, so kann man das spezifische Gewicht mit Hilfe der Schwebearäometer nach Nansen-Schetelig [4]) bestimmen. Man braucht dazu einen Raum, dessen Temperatur sich möglichst wenig ändert; darin läßt man das Gefäß mit der Wasserprobe und den Zylinder nebst dem Aräometer stehen, bis alles gleiche Temperatur angenommen hat. Dann gießt man das Wasser

in den Zylinder, gibt das Aräometer hinein und beschwert es solange mit den Gewichten, bis es völlig eingetaucht ist und schwebt, d. h. weder an die Oberfläche steigt, noch zu Boden sinkt. Die Gewichte sind dann ein Maß für die Dichte. Dieses Aräometer erlaubt eine größere Genauigkeit als die anderen. Weil es völlig eintaucht, ist der Fehler, der durch wechselnde Benetzung des Stengels herbeigeführt wird, vermieden.

Für das Laboratorium empfiehlt sich der Gebrauch des Pyknometers und zwar halte ich die einfache Form nach Reischauer mit eingeschliffenem Stopfen für die bequemste. Den Hals verengert man auf die Länge von 2—3 cm bis auf 2 mm lichten Durchmesser, in diesem Raume befindet sich die Marke. Am besten ist es, bei 0° zu arbeiten, man braucht dann keine Sorgfalt auf die Temperaturregulierung zu verwenden, sondern muß nur Geduld haben; man muß überhaupt für sehr genaue Bestimmungen des spezifischen Gewichts viel Geduld haben. So ist das Trocknen der Pyknometer, wenn man keine erhöhte Temperatur anwenden will, eine langwierige Sache, und wendet man erhöhte Temperatur an, so muß man mehrere Tage warten, bis die thermische Nachwirkung vorüber ist. Man kann jetzt Pyknometer aus geschmolzenem Quarz erhalten, bei diesen ist die Nachwirkung recht gering. Die Pyknometer werden zunächst leer gewogen, dann mit Wasser bis über die Marke gefüllt und 3 Stunden in Eis gestellt, darauf saugt man mit einer Kapillare das überflüssige Wasser bis zur Marke ab, tupft den Hals mit Filtrierpapier trocken, setzt den Stopfen auf und bringt das Pyknometer neben den Wagekasten, bis es dessen Temperatur angenommen hat, nachdem man es vorher äußerlich mit einem glatten Leinentuch abgewischt hat. Nun wird wieder das Gewicht bestimmt. Bei jeder Wägung muß man Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Barometerstand notieren, um die Wägung auf den luftleeren Raum reduzieren zu können. In gleicher Weise verfährt man dann mit dem Seewasser. Man wird auf diese Weise eine Genauigkeit von einer Einheit der 5. Dezimale erzielen können; das ist genauer als die Chlorbestimmung, aber dafür auch sehr zeitraubend.

In neuester Zeit scheint es der Firma Carl Zeiß, Jena[5]), gelungen zu sein, ein Instrument zu konstruieren, das gestattet, Unterschiede in der Refraktion mit großer Schärfe zu messen. Es ist dies das neue Interferometer. Zwar läßt sich mit diesem Instrument die absolute Höhe des Salzgehaltes auch nicht mit größerer Genauigkeit festlegen als bisher, wohl aber die Differenz der Salzgehalte zweier Wasserproben. Es kommt dann darauf an, immer sicher zu sein, daß die Zusammensetzung des Vergleichswassers mit der nötigen Genauigkeit bekannt ist; aber auch das hat seine Schwierigkeiten, da hineingelangender Staub, gelöstes Glas, ja auch verschiedener Gehalt an Kohlensäure ihren Einfluß auf die letzte Dezimale ausüben werden.

Der Sulfatgehalt.

Neben der Bestimmung des Chlorgehaltes kann es von Interesse sein, auch den Sulfatgehalt des Meerwassers festzustellen. Zwar haben die neuesten gleichzeitigen Untersuchungen in Kristiania, Helsingfors und Kiel gezeigt, daß der Quotient $\frac{SO_4}{Cl}$, wenigstens für den Bereich des nördlichen atlantischen Ozeans und seiner Nebenmeere, nur unbedeutenden Schwankungen unterliegt. Immerhin ist diese Tatsache seit Dittmar von den übrigen Ozeanen noch nicht einwandfrei bestätigt worden und außerdem können lokale Störungen des Verhältnisses eintreten. Ich erinnere an die chlorarmen Schmelzwässer oder Mutterlaugen, die Pettersson analysiert hat, und auch sonst mögen hier und da noch Störungen möglich sein. Eine exakte Schwefelsäurebestimmung ist sehr mühsam; bei den meist befolgten konventionellen Methoden muß man sich klar sein, daß sie mit verschiedenen Fehlern arbeiten, die sich im Schlußresultat ausgleichen sollen, man muß sich also peinlichst an die Vorschriften, auch in scheinbar unbedeutenden Kleinigkeiten, halten. Auch sollte man überall dieselbe Methode anwenden, da verschiedene Methoden nicht zu übereinstimmenden Werten führen.

Im folgenden gebe ich meine zwei Methoden[6]) an, die eine ist zeitraubend und gibt exakte Werte mit reinen $BaSO_4$-Niederschlägen. Die zweite eignet sich zur raschen Bewältigung vieler Proben, sie gibt bei genauer Ausführung gute Resultate, die aber auf einem Ausgleich der Fehler beruhen.

Exakte Methode. 250 g Meerwasser werden mit 1 ccm Salzsäure spezifischen Gewichts 1,1 angesäuert und zum wallenden Sieden erhitzt. Dazu gibt man die siedende $BaCl_2$-Lösung (200 g wasser-

freies $BaCl_2$ in 1 Liter) aus einem Reagenzglase auf einmal zu in derartiger Menge, daß ein Überschuß von ca. 50% vorhanden ist. Man berechnet sich die erforderliche Menge $BaCl_2$ nach folgender Formel:

$$\text{kg Meerwasser} \cdot \text{Cl}\,‰ \cdot 0{,}453.$$

Dann läßt man bis zum nächsten Tage stehen, gießt die überstehende klare Flüssigkeit möglichst weit ab durch ein Filter Schleicher und Schüll 589 Blauband. Das Filtrat kann fortgegossen werden. Jetzt kocht man den Niederschlag mit je 125 ccm schwach angesäuertem (HNO_3) Wasser 1/4 Stunde, läßt absitzen, gießt die klare Flüssigkeit durch dasselbe Filter und setzt dies fort, bis das ablaufende Wasser chlorfrei ist. Die Waschwässer werden gesammelt. Darauf durchsticht man das Filter und spritzt, was vom Niederschlag darauf gekommen ist, mit zu den Waschwässern. Nun konzentriert man sie über freier Flamme bis auf etwa 200 ccm, gibt 2 ccm konz. $Ba(NO_3)_2$-Lösung zu, läßt 1/2 Stunde unter Kühlung absitzen und bringt den entstandenen Niederschlag auf ein Filter. Nachdem man das Filter ausgewaschen hat, bringt man die Hauptmenge des Niederschlages auch darauf und trocknet bei etwa 100° C. Dann trennt man Niederschlag und Filter, verascht die beiden Filter für sich im Porzellantiegel, bringt die Hauptmenge $BaSO_4$ auch dazu und glüht mit kleiner Flamme.

Die konventionelle Methode ist erheblich einfacher: 250 g Meerwasser werden schwach angesäuert und zum wallenden Sieden erhitzt, dazu gibt man aus einem Reagenzglas 20%ige siedende $BaCl_2$-Lösung in dünnem Strahle, daß 33% davon im Überschuß sind. Dann läßt man 1/2 Stunde lang absitzen, gießt die klare, heiße Flüssigkeit durch ein Filter ab, schwemmt den Niederschlag 1mal mit 100 ccm siedendem Wasser auf und bringt ihn aufs Filter, wo man ihn auswäscht, bis das ablaufende Wasser nicht mehr die Chlorreaktion gibt, trocknet Filter mit Niederschlag und glüht getrennt oder gleichzeitig im Porzellantiegel.

Die gelösten Gase.

Zur Bestimmung der im Wasser gelösten Gase benutze ich zwei modifizierte Knudsen-Apparate, je nachdem es sich darum handelt, Stickstoff und Sauerstoff oder auch Kohlensäure zu bestimmen. Für die Sauerstoff-Stickstoffbestimmung kommt man mit einem einfacheren Apparat aus, als für die Kohlensäurebestimmung. Man tut zwar am besten, die Sauerstoffanalyse überhaupt nicht gasometrisch auszuführen, weil die jodometrische Methode nach Winkler sich leichter, schneller und sicherer handhaben läßt; da man aber bei der Stickstoffbestimmung den Sauerstoff sowieso absorbieren muß, kann man auch seine Menge gleichzeitig messen. Die Stickstoffbestimmung läßt sich leicht auch an Bord ausführen, da man die in Frage kommenden Messungen über Wasser als Absperrflüssigkeit machen kann; doch haben uns die vielen bisher vorliegenden Analysen, wenn sie einigermaßen zuverlässig waren, gezeigt, daß vom atmosphärischen Stickstoff soviel im Meerwasser gelöst ist, als der Temperatur ziemlich genau entspricht, so daß ich raten würde, im allgemeinen auf Stickstoffanalysen zu verzichten. Von einigen Seiten ist gelegentlich zwar ein Kubikzentimeter mehr gefunden worden, aber das ist auch häufig bei Oberflächenwasser der Fall gewesen und dann ist immer zu wenig Sauerstoff zugegen gewesen. Die Summe vom Stickstoff und Sauerstoff aber entsprach in diesen Fällen dem Quantum Luft, das Meerwasser bei der betreffenden Temperatur auflösen konnte, so daß der Verdacht nahe liegt, daß nicht aller Sauerstoff absorbiert war, sondern ein Teil von ihm mit als Stickstoff berechnet wurde.

Für die Bestimmung im Laboratorium wird die Wasserprobe in eine evakuierte Glasröhre eingeschmolzen, an Bord saugt man aus dem Wasserschöpfer direkt soviel Wasser in den Apparat hinein, daß es den Raum zwischen 2 Marken ausfüllt. Stickstoff und Sauerstoff lassen sich schon durch Kochen bei niederer Temperatur im Vakuum leicht und schnell aus dem Wasser vollständig entfernen. Es liegt dies an der geringen Löslichkeit. Schon bei einem so ungünstigen Verhältnis wie 300 ccm Wasserraum und 50 ccm Luftraum im Apparat ist der Sauerstoff, dessen Löslichkeit erheblich größer ist als die des Stickstoffs, nach viermaligem, je 5 Minuten langem Kochen der Flüssigkeit und jedesmaligem Überdrücken des entbundenen Gases völlig entfernt, wie folgende Überlegung zeigt. Sauerstoff teilt sich zwischen einem Gasraum und einem Wasserraum so, daß die Konzentration des Gases in der Flüssigkeit 1/25 ist von der in der Gasphase. Sind in den 300 ccm Meerwasser a ccm Sauerstoff, so ist nach dem ersten Kochen nur noch 1/5 der Menge im Wasser vorhanden, nach dem 4. Mal ist nur noch ca. 1/600 gelöst; da die gesamte Menge Sauerstoff, die möglicherweise vorliegen kann, 10 ccm im Liter sind, so wird man durch

4maliges Auskochen eine Vernachlässigung von $<$ 0,02 ccm begehen, eine Menge, auf die es tatsächlich nicht mehr ankommt.

Die Absorption der Gase nehme ich nicht in den Meßbüretten, sondern in Hempelpipetten vor. Diesen Pipetten gebe ich in ihrem Absorptionskörper eine längliche Form. Man braucht sie dann nicht mehr an besonderen Stativen zu befestigen, sondern kann sie mit Klauen an jedem beliebigen eisernen Stativ festmachen. Fig. 5. Zunächst muß eine geringe Menge Kohlensäure entfernt werden, dann mißt man den Rest, der aus Stickstoff und Sauerstoff besteht. Diesen Rest drückt man in die Sauerstoffabsorptionspipette, diese fülle ich entweder mit Pyrogallolkalilauge oder mit Kupferdrahtnetz in kohlensaurem Ammoniak + Ammoniak. Die Sauerstoffabsorption bietet viele Schwierigkeiten, insofern als häufig aus unaufgeklärten Gründen nicht völlige Absorption eintritt. Ich habe mich stets dadurch, daß ich von Zeit zu Zeit entkohlensäuerte atmosphärische Luft analysierte, davon überzeugt, daß meine Absorptionspipetten richtig absorbierten, man muß in Luft einen Sauerstoffgehalt von 20,9 % finden.

Für die Kohlensäurebestimmung kommen zwei verschiedene Methoden in Betracht, je nachdem, ob man nur Kohlensäure oder Kohlensäure und Stickstoff bestimmen will. Zuvörderst möchte ich bemerken, daß ich es vorziehe, die Bestimmung nicht an Bord des Schiffes zu machen, sondern später im Laboratorium. Die Gründe dafür sind folgende. Die Kohlensäure läßt sich nicht über Wasser abmessen, da dieses zuviel davon absorbiert, und bei einigermaßen stark schwankendem Schiff pumpt das Quecksilber derartig, daß ein Ausgleichen des Druckes mit dem Niveaurohr auf Schwierigkeiten stößt. Ferner kommt dazu, daß man mit größeren Quecksilbermengen hantieren muß als bei der Stickstoffbestimmung und außerdem höhere Temperaturen anwenden muß; dabei werden Quecksilberdämpfe ins Laboratorium treten, gegen die anwesende Nicht-Chemiker mit Protesten zu reagieren pflegen. Der Kochkolben muß ca. 500 ccm groß sein, die Kühlkugel 50—100 ccm, außerdem muß man das Wasser bis beinahe zum Siedepunkt erhitzen, um die Kohlensäure auszutreiben. Dies liegt an dem ungünstigen Verteilungskoeffizienten der Kohlensäure zwischen Gasraum und wässriger Phase. Ein Gas teilt sich zwischen Wasser und dem Gasraum so, daß Gleichgewicht vorhanden ist, wenn das Verhältnis der Konzentrationen in beiden Phasen für jede Temperatur einen bestimmten Wert erreicht hat.

Es sei c die Konzentration in der Flüssigkeit und c_1 die im Gasraum, so ist $\frac{c}{c_1} = 1$ für Kohlensäure bei 15,5° und $= 0{,}25$ bei 100°.

Nehmen wir also Gasraum und Flüssigkeitsraum gleich groß, so ist bei 15,5° erst nach 10maligem Ausgleich und Überdrücken das Gas bis auf 1 ‰ entfernt. Bei 100° geht es zwar entsprechend schneller, aber wir können nicht ganz so hoch mit der Temperatur gehen, weil wir dann Überdruck im Apparat erhalten, was wir vermeiden müssen. Geht man mit dem Erhitzen bis auf 90°, so wird man nach 7maligem Übertreiben des entwickelten Gases die Kohlensäure entfernt haben. Um diese Temperatur einhalten zu können, wird im Kühlwasser ein kleines Thermometer angebracht. Erst wenn dieses 90° zeigt, läßt man das Kühlwasser ganz langsam durch den Apparat gehen, so daß es immer zirka diese Temperatur behält.

Nun tritt bei Kohlensäure noch eine weitere Schwierigkeit auf, nämlich, daß sich bei diesem Gase das Gleichgewicht zwischen flüssiger und Gasphase nur sehr langsam einstellt, wenn nicht ein fremdes Gas die Kohlensäure aus dem Wasser herausspült. Will man nur die Kohlensäureanalyse machen, so bringt man in den Kochkolben vor dem Evakuieren ein Eisenstäbchen, das in eine Glasröhre mit kleinen Löchern am Ende eingeschmolzen ist. Es ist Übungssache, die Größe der Löcher so zu treffen, daß gerade die richtige Menge Wasserstoff entwickelt wird, ca. 10—20 ccm ist eine passende Menge. Bei der ersten Analyse pflegt nicht genug entwickelt zu werden, weil der Stab nicht richtig angegriffen wird. Dann kann man aber eine ganze Reihe Analysen mit demselben Stabe machen. Selbstverständlich kann man in dem entwickelten Gasgemisch nach den bekannten Methoden auch den Stickstoff bestimmen, das ist aber immerhin etwas umständlich, da neben Wasserstoff auch Kohlenwasserstoffe aus Eisen entwickelt werden.

Wenn ich neben der Kohlensäure den Stickstoff bestimmen will, so entwickele ich Sauerstoff im Kochkolben und zwar aus Wasserstoffsuperoxyd und Kaliumpermanganat. Es läßt sich bei dieser Methode der Verdacht nicht von der Hand weisen, daß möglicherweise im Wasser vorhandene organische Stoffe oxydiert werden; das scheint aber nicht der Fall zu sein, denn ich habe bei einer großen Zahl Parallel-

bestimmungen, bei denen einmal die Kohlenäure mit Sauerstoff, das andre Mal mit Wasserstoff ausgetrieben wurde, gefunden, daß die Werte identisch waren. Man muß dabei nur die Vorsichtsmaßregel gebrauchen, daß stets mehr Wasserstoffsuperoxyd vorhanden ist als Kaliumpermanganat, schon aus dem Grunde, weil sich sonst Chlor entwickelt. Ich benutze das sogenannte 10 vol. % Wasserstoffsuperoxyd; dieses hat eine solche Konzentration, daß 1 ccm davon 10 ccm Sauerstoff entwickelt. Kaliumpermanganatlösung wird so hergestellt, daß 55 g im Liter gelöst sind. Im Kochkolben befindet sich ein Röhrchen eingeschmolzen, das mit einem eingeschliffenen Glashahn verschlossen ist, der mit syrupöser Phosphorsäure geschmiert wird. In das Röhrchen kommt zunächst 1,25 ccm Wasserstoffsuperoxydlösung, darauf wird der ganze Apparat evakuiert, nun läßt man die Wasserprobe eintreten, dann das Wasserstoffsuperoxyd, darauf 1 ccm konzentrierte Schwefelsäure. Jetzt beginnt man das Erhitzen, nachdem man in das Röhrchen 1 ccm Permanganatlösung gefüllt hat; nach je 7 Minuten drückt man das entwickelte Gas in das Sammelrohr. Nachdem dies 2mal geschehen, gibt man in 5 Portionen das Permanganat zu, nach jeder Zugabe wird wieder 7 Minuten erhitzt und das entwickelte Gas ins Sammelrohr gedrückt. Dann wird das Gesamtgas gemessen, die Kohlensäure wird mit Kalilauge absorbiert, der Rest wird wieder gemessen, darauf der Sauerstoff absorbiert, der Rest ist Stickstoff. Besondere Schwierigkeiten hat Brennecke bei der Kohlensäureanalyse gehabt. In einem Teil seiner Röhren hatte sich unlöslicher, kohlensaurer Kalk abgeschieden. Für solchen Fall muß man sich der Methode bedienen, die Pettersson [7]) beschrieben hat. Das Wesen derselben besteht darin, daß die Kohlensäure direkt in dem Rohr, in dem die Wasserprobe aufbewahrt wurde, mit Eisen und Säure ausgetrieben wird; durch eine Luftpumpe wird sie entfernt, gesammelt und dann bestimmt.

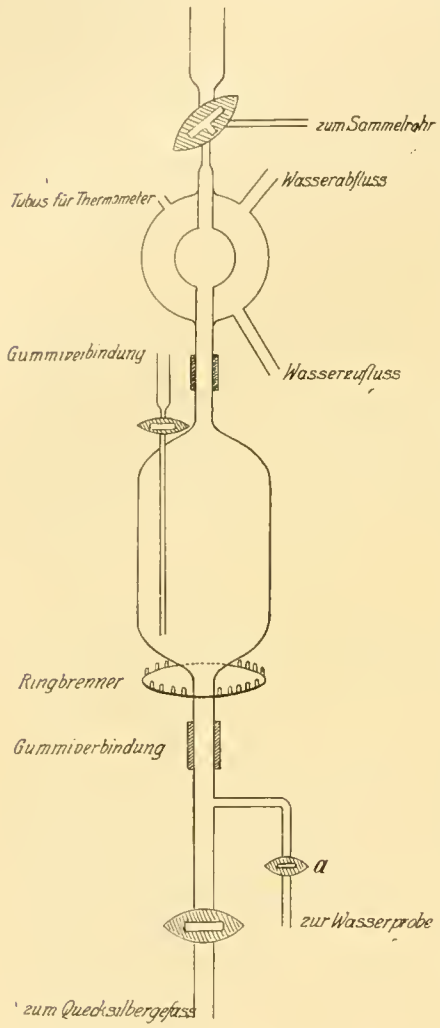


Fig. 4.
Apparat zur Kohlensäurebestimmung.

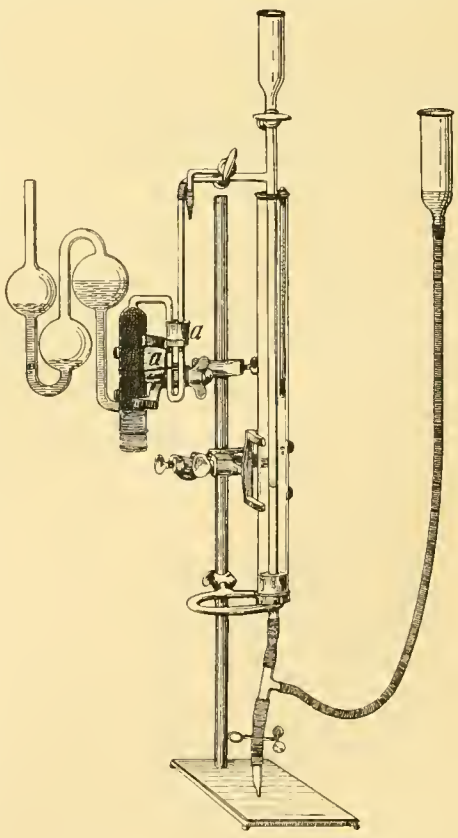


Fig. 5.
Gasmeßbürette, mit Kupferabsorptionspipette für Sauerstoff. a a Korke zum Schutz des Kapillarrohrs.

Die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes.

Der Sauerstoffgehalt läßt sich leicht mit hinreichender Genauigkeit direkt an Bord bestimmen. Man benutzt dazu Glasflaschen mit eingeschliffenen Stopfen von ca. 250 ccm. Die Flaschen müssen im Laboratorium ein für allemal genau ausgewogen sein mit eingesetztem Stopfen, einmal leer und einmal mit destilliertem Wasser gefüllt. Die Differenz gibt dann unter Berücksichtigung des Auftriebs der Luft den Inhalt. An Lösungen sind erforderlich:

1. Manganchloridlösung. 80 g des kristallisierten Salzes werden mit möglichst wenig Wasser in ein 100 ccm Kölbchen gebracht; nachdem sie sich gelöst haben, wozu man praktischerweise erhitzen muß, füllt man nach dem Erkalten bis zur Marke auf. Das Salz wird hinreichend rein von den bekannten Firmen für Chemikalien geliefert. Es enthält meist eine Spur braun-roten Eisenoxyds; man filtriert die Lösung vom Bodensatz über Asbest oder Glaswolle ab. 2. Jodkalihaltige Natronlauge. 15 g reinstes KJ werden in wenig Wasser gelöst, in einem 100 ccm Kolben, dazu gibt man 48 g möglichst kohlensäurefreies Natriumhydroxyd und füllt, nachdem sich dieses gelöst hat, bis zur Marke auf. Es tritt meistens dabei ein Niederschlag auf, der aus kohlensaurem Natron besteht, vielleicht ist ihm auch etwas NaJ oder KJ beigemischt; man läßt den Niederschlag ruhig in der Flasche. Reine rauchende Salzsäure, spezifisches Gewicht 1,19.

Ausführung der Bestimmung. Nachdem der Wasserschöpfer hoch gekommen ist, führt man seinen Abfüllschlauch bis auf den Boden einer Glasflasche und läßt sie voll Wasser laufen. Wenn sie voll ist, läßt man das Wasser weiter laufen, bis das Wasser in der Flasche einmal völlig erneuert ist, dann zieht man den Schlauch heraus, während das Wasser noch läuft. Darauf setzt man sofort 1 ccm der Natronlauge mit einer langen, bis auf den Boden der Flasche reichenden Pipette und $^1/_2$ ccm der Manganchloridlösung in gleicher Weise zu, setzt den Glasstopfen auf und schüttelt 1 Minute lang gut durch, indem man die Flasche umkehrt und wieder richtig stellt, heftiges Schütteln ist nicht nötig. Mit dieser Vorschrift bin ich etwas von J. König[8]) abgewichen, dieser läßt nur $^1/_2$ ccm Natronlauge zusetzen, die 0,075 g KJ enthält entsprechend 0,00361 g O_2. 1 ccm Sauerstoff bei 0° und 760 mm Druck wiegt 1,4292 mg, demgemäß sind 0,00361 g O_2 = 2,526 ccm; da nun bisweilen die Flaschen etwas größer als 250 ccm sind und die Löslichkeit des Sauerstoffs bei 0° 10 ccm im Liter ist, so sieht man ein, daß $^1/_2$ ccm Lauge etwas zu knapp sein kann, mit 1 ccm hat man auf alle Fälle einen ziemlichen Überschuß, der das Auflösen des Niederschlags beim Ansäuern sehr beschleunigt.

Nachdem sich der Niederschlag gebildet hat, kann man die Flaschen ruhig stehen lassen und zu gelegener Zeit die weitere Ausführung vornehmen. Wenn er sich zu Boden gesetzt hat, säuert man mit 5 ccm rauchender Salzsäure an. Hierfür hat sich eine Pipette beistehender Form bewährt, deren Kugel zur Hälfte mit Wasser gefüllt wird. Beim Einführen der Pipette achte man darauf, daß sie oberhalb des Niederschlages mündet. Nach dem Ansäuern setzt man den Stopfen auf und schüttelt gut um. Wenn sich alles gelöst hat, gießt man den Inhalt in einen Erlenmeyerkolben und titriert mit $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung das ausgeschiedene Jod. $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung ist nicht haltbar, man stellt sich deshalb $^1/_5$ Lösung dar, indem man 49,5 g des kristallisierten Salzes zu einem Liter löst. Davon werden zu jedesmaligem Verbrauch 20 resp. 50 ccm zu 200 oder 500 ccm verdünnt. Von der verdünnten Lösung läßt man solange zufließen, bis die Farbe im Erlenmeyerkolben ganz hellgelb geworden ist, dann fügt man 1 ccm einer 1%igen Stärkelösung zu. Dadurch wird die Flüssigkeit tiefblau, man gibt jetzt vorsichtig Thiosulfatlösung zu, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist, gießt nun die Hälfte davon wieder in die Stöpselflasche, vereinigt beide Mengen, die jetzt schwach blau gefärbt sind und titriert tropfenweise bis zum Verschwinden der Farbe.

Fig. 6. Pipette für rauchende Salzsäure.

Durch das Abwägen der 49,5 g kristallisierten Natriumthiosulfates hat man keine genau $^1/_5$ n-Lösung erhalten, da das Salz nicht absolut rein und auch nicht mit theoretisch genauem Kristallwassergehalt geliefert werden kann. Man muß daher erst den Titer oder den Gehalt der Lösung feststellen. Dies geschieht am besten in der $^1/_{50}$ Lösung und zwar habe ich es für praktisch gefunden, die Thiosulfatlösung auf neutrale KJO_3-Lösung einzustellen. Das neutrale jodsaure Kali wird von den Präparatenfabriken in vorzüglicher Reinheit geliefert und ist sowohl im trockenen Zustande wie in Lösung unbegrenzt haltbar. Durch Abwägen von 1,784 g und Auffüllen auf ein Liter stellt man sich $^1/_{20}$ n-Lösung her. Davon werden 15 ccm in einem Erlenmeyerkolben mit eingeschliffenem Stopfen mit 200 ccm destilliertem Wasser verdünnt, dazu kommen 10 ccm einer Jodkaliumlösung, die 10 g in 100 ccm enthält. Diese Lösung muß im Dunkeln aufbewahrt werden; wenn sie sich zersetzt hat, was man am Auftreten einer gelben Färbung erkennt, gießt man sie weg. Zu dem Gemisch im Erlenmeyer kommen noch 3 ccm rauchende Salzsäure, dann setzt man den Glasstopfen auf, schwenkt um und läßt 2 Minuten stehen. Darauf titriert man das ausgeschiedene Jod mit $^1/_{50}$ Thiosulfat-

lösung direkt im Erlenmeyer, wie oben angegeben. Wenn man die Thiosulfatlösung genau $^1/_{50}$ n hat, so müssen davon 37,5 ccm verbraucht werden, das wird in den seltensten Fällen eintreffen; der Titer der Lösung ist, wenn a ccm verbraucht sind, $\frac{37{,}5}{a} = t \cdot \frac{1}{50}$ n-Lösung.

Berechnung des Sauerstoffgehaltes:

Der Inhalt der Glasstöpselflasche sei b ccm, davon sind $1^1/_2$ ccm abzuziehen für die zugesetzten Reagentien, so daß in Wirklichkeit

$$b - 1^1/_2 = c \text{ ccm Wasser vorliegen.}$$

Zum Titrieren seien f ccm der $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung verbraucht worden. 1 ccm $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung ist gleich

$$\frac{8}{50} = 0{,}16 \text{ mg Sauerstoff} = 0{,}11196 \text{ ccm.}$$

Im Liter dieses Wassers sind demnach

$$111{,}96 \cdot t \cdot \frac{f}{c} \text{ ccm Sauerstoff enthalten.}$$

Diese, die Winklersche Methode der Sauerstoffanalyse ist so bequem auch an Bord und gibt so sichere Resultate, daß ich es für überflüssig halte, den Sauerstoff im Meerwasser noch gasanalytisch zu bestimmen.

Gasanalytische Stickstoffbestimmung.

Den Stickstoff, der im Meerwasser gasförmig gelöst ist, kann man nur gasanalytisch bestimmen. Ich halte zwar diese Analyse nicht der vielen Mühe wert, die sie kostet, denn nach allen einwandfreien Analysen, die bisher veröffentlicht worden sind, ist von diesem Gase soviel gelöst, wie der Temperatur des Wassers entspricht. Die Abweichungen sind nicht viel größer als die Analysenfehler. Zunächst wird der ganze Apparat dadurch evakuiert, daß man ihn voll Quecksilber laufen läßt, wobei die Luft durch den obersten Dreiwegehahn entweicht. Wenn der Apparat, der im Siedekolben das eingeschmolzene Röhrchen des Kohlensäureapparates nicht zu heben braucht, mit Quecksilber gefüllt ist, schließt man den obersten Hahn und senkt das Vorratsgefäß. Durch dreimaliges Wiederholen dieser Operation ist alle Luft entfernt. Schon vorher hat man das Rohr, das die zu untersuchende Wasserprobe enthält, mit dem Hahn a Fig. 7 verbunden, das andere Ende taucht in Quecksilber ein. Beim Evakuieren muß a geöffnet sein, damit auch die Luft aus dem Verbindungsweg entfernt wird. Jetzt bricht man die obere Spitze des Rohres im Schlauch und die andere unter Quecksilber ab und saugt so die Wasserprobe ein. Man erhitzt jetzt das Kochgefäß gelinde und drückt nach 7 Minuten das entwickelte Gas über; nachdem man diese Operation 4 mal ausgeführt hat, ist sämtlicher Stickstoff und Sauerstoff nebst einem kleinen Quantum Kohlensäure im Sammelrohr. Nachdem man diese mit der Kalilaugepipette entfernt hat, mißt man Stickstoff + Sauerstoff. Jetzt wird auch der Sauerstoff absorbiert, der Rest ist Stickstoff.

Die Alkalinität.

Unter Alkalinität verstehe ich, wie es früher immer geschah, das Säuresättigungsvermögen von Meerwasser oder den Gehalt an neutralem kohlensaurem Kalk, der dem Sättigungsvermögen entspricht, ausgedrückt in Kubikzentimeter gasförmiger Kohlensäure, die in dem $CaCO_3$ enthalten sind. Seit Ringers Arbeit [9]) wird von manchen die Konzentration der Hydroxylionen darunter verstanden. Ich möchte vorschlagen, diesen etwas umständlichen Namen dafür zu gebrauchen oder den Namen Azidität einzuführen und dadurch die Konzentration der Wasserstoffionen zu bezeichnen, denn diese wird direkt gefunden; die Konzentration der Hydroxylionen wird daraus berechnet, indem man mit der gefundenen Zahl in das Dissoziationsprodukt des Wassers dividiert. Diese Zahlen sind bei Meerwasser sehr klein und S. P. L. Sörensen [10]) schlägt vor, nicht die Zahlen selbst, sondern ihre dekadischen Logarithmen zu benutzen und das — Zeichen fortzulassen. Früher schrieb man die Dissoziationskonstante des Wassers für 1 ° z. B.

$$k = 0{,}80^2 \cdot 10^{-14} = 0{,}64 \cdot 10^{-14} \text{ (Kohlrausch und Heydweiller).}$$

S. P. L. Sörensen möchte dafür einführen 14,194 *). Es könnte als kleinlicher Formalismus betrachtet werden,

*) — 14,194 ist der dekadische Logarithmus von $0{,}0000000000000064 = 0{,}64 \cdot 10^{-14}$. Für das Zahlenrechnen benutzt man die dekadische Ergänzung $0{,}806 \cdot 10^{-15}$. Dies ist der Wert, den man in den Logarithmentafeln findet.

wenn ich vorschlage, beim alten zu bleiben; ich möchte es aber trotzdem tun, da leider die Begriffe des logarithmischen Rechnens unter den Fachgenossen nicht intensiv genug verbreitet sind und noch weniger unter den Biologen, die infolge der Arbeiten von Loeb, diese Zahlen wohl hauptsächlich benutzen werden, so daß sich nicht jeder eine Vorstellung von den Zahlen nach Sörensen machen kann. So ist z. B. während des Druckes dieser Arbeit in den Annalen der Hydrographie 1911, Heft 12, Ozeanographische Arbeiten der Deutschen Antarktischen Expedition geschrieben worden: „An der Oberfläche war die Konzentration der Wasserstoffionen nur wenig veränderlich, sie blieb in den Grenzen zwischen $10^{-8,04}$ und $10^{-8,32}$". Die zugehörigen Zahlen sind $9{,}12 \cdot 10^{-9}$ und $4{,}79 \cdot 10^{-9}$, sie verhalten sich fast wie 2 : 1. Nach Sörensen ist die Dissoziationskonstante des Wassers 14,14, nach Kohlrausch und Heydweiller aber 14,194. Man wird dies meistens für eine glänzende Übereinstimmung halten, erst wenn man von den Logarithmen zu den eigentlichen Zahlen übergeht, sieht man, daß es sich um eine Differenz von 12% handelt, denn 14,14 ist gleich $0{,}724 \cdot 10^{-14}$, während Kohlrausch's Zahl $0{,}64 \cdot 10^{-14}$ beträgt.

Man muß sich überhaupt dauernd vor Augen halten, daß folgende Größen: Gesamtkohlensäure, kohlensaurer Kalk (Alkalinität), Kohlensäuretension des Wassers und Hydroxylionenkonzentration, derartig miteinander verknüpft sind, daß bei gegebenem Salzgehalt und gegebener Temperatur nur zwei bestimmt werden brauchen; es lassen sich dann die anderen berechnen. Nun ist der analytische Fehler einer Kohlensäurebestimmung und einer Alkalinitätsbestimmung, die sich beide rasch ausführen lassen, kleiner als 1%; der Fehler einer Kohlensäuretensionsbestimmung, die sich nach Krogh auch leicht ausführen läßt, ist 3%. Die Hydroxylionenkonzentration läßt sich nach Sörensen und Palitzsch allerdings auch leicht bestimmen, doch beträgt ihr Fehler ca. 10%, während die exaktere elektrische Messung recht umständlich und penibel auszuführen ist. Ich halte es demnach immer noch am praktischsten, neben der Gesamtkohlensäure die Alkalinität zu bestimmen. Für biologische Orientierung an Bord wird dagegen die Methode Sörensen und Palitzsch ein rasches, unentbehrliches Hilfsmittel werden.

Die Ausführung der Alkalinitätsbestimmung geschieht in folgender Weise, die in einem Punkte etwas von meinen ersten Vorschriften abweicht: 49,6 g kristallisiertes Natriumthiosulfat werden zu einem Liter gelöst, dadurch erhält man 1/5 normale Lösung, die zu den Versuchen auf das 10fache, also auf 1/50 normal frisch verdünnt wird. Diese Lösung ist nicht ganz genau, man muß ihren Wirkungswert oder Titer erst feststellen. Ich benutze dazu chemisch-reines, neutrales, jodsaures Kali KJO_3. Von diesem Salz werden 1,784 g abgewogen und zu einem Liter gelöst, man erhält dadurch eine 1/20 normale Lösung. Davon werden in einem Kolben mit eingeschliffenem Glasstopfen 15 ccm zu 200 ccm destilliertem Wasser gegeben, mit 10 ccm 10% Jodkalilösung und 3 ccm konzentrierter Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 versetzt. Nach wenigen Minuten titriert man das ausgeschiedene Jod mit 1/50 Natriumthiosulfatlösung, indem man sie zufließen läßt, bis die tiefbraune Farbe der Lösung hellgelb geworden ist, dann fügt man 1 ccm 1% Stärkelösung zu, die gelbe Farbe wandelt sich in eine gesättigt blaue um, nun setzt man tropfenweise weiter Thiosulfat zu, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist. Hat man im ganzen a ccm verbraucht, dann ist der Titer oder Wirkungswert der Thiosulfatlösung $= \frac{1}{50} \cdot \frac{37{,}5}{a}$.

Im Anfang muß man sich von der Reinheit einer großen Menge von jodsaurem Kali, das man als Vorrat aufhebt, überzeugen. Das geschieht am besten dadurch, daß der Titer des Thiosulfates noch gegen eine andere Urtitersubstanz, z. B. gegen Soda, nach Lunge, oder gegen Natriumoxalat, nach S. P. L. Sörensen, eingestellt wird. Die beiden Zahlen müssen übereinstimmen. Von dem wasserfreien, kohlensauren Natron löst man 2,652 g zu einem Liter, man erhält dadurch eine 1/20 normale Na_2CO_3-Lösung. Außerdem stellt man sich eine ca. 1/20 normale Salzsäure dar durch Verdünnen von 4 ccm rauchender Salzsäure zu einem Liter. In einem Kolben aus Jenenser Glas mit eingeschliffenem Stopfen kocht man 188 ccm destilliertes Wasser mit 12 ccm Sodalösung und 15 ccm Salzsäure ca. 5 Minuten lang, dann einen Kolben mit 200 ccm Wasser und 15 ccm Salzsäure ebensolange, läßt beide auf Zimmertemperatur abkühlen, versetzt den ersten mit 15 ccm, den zweiten mit 20 ccm jodsaurer Kalilösung und je 10 ccm Jodkalilösung, setzt die Glasstopfen auf und läßt die Kolben 5/4 Stunden im Dunkeln stehen. Dann wird in beiden das ausgeschiedene Jod mit 1/50 Thiosulfatlösung titriert.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE MASS. LIBRARY

Für den ersten Kolben seien b, für den zweiten c ccm verbraucht, dann entsprechen 12 ccm $^1/_{20}$ Sodalösung c—b ccm Thiosulfatlösung, sie sollten theoretisch = 30 ccm sein, der Wirkungswert des Thiosulfats ist also $= \frac{30}{c-b}$.

Auch das Jodkali ist auf seine Brauchbarkeit zu prüfen, es darf vor allen Dingen nicht alkalisch sein. 10 g werden in ausgekochtem Wasser zu 100 ccm gelöst, die Lösung darf sich mit Phenolphthalein nicht röten. Man setzt zu je 200 ccm Wasser 20 ccm KJO_3-Lösung und einmal 1, das andre Mal 2 g KJ und 15 ccm $^1/_{20}$ Salzsäure, läßt stehen und titriert mit Thiosulfat; beide Werte müssen übereinstimmen. Die Jodkalilösung zersetzt sich leicht; die Vorschrift geht dahin, sie in dunkeln Flaschen aufzubewahren. Verwendet man ausgekochtes Wasser, so ist die Haltbarkeit erhöht. Ich halte es für praktischer, die Lösung in farblosen Flaschen an einem dunkeln Orte aufzubewahren; hat sie sich zersetzt, was man an der auftretenden gelben Farbe wahrnimmt, so gießt man die Lösung fort. In meiner vorigen Arbeit war eine kleine Unsicherheit von 0,1—0,2 ccm, je nachdem man den Verbrauch einer $^1/_{20}$ Salzsäure an Thiosulfat in konzentrierterer oder verdünnterer Lösung bestimmt; die Unsicherheit ist jetzt verschwunden dadurch, daß das Thiosulfat direkt mit Soda oder Natriumoxalat eingestellt wird. Ich bin durch R. Koefoed [12]) auf diesen Weg aufmerksam geworden.

Ausführung der Alkalinitätsbestimmungen: In einem Erlenmeyerkolben aus Jenenser Glas von 500 ccm, auf den ein eingeschliffener Glasstopfen paßt, gibt man 200 ccm Meerwasser, dazu 15 ccm $^1/_{20}$ normaler Salzsäure, erhitzt zum Sieden und läßt einige Minuten kochen zum Vertreiben der Kohlensäure. Dann kühlt man auf Zimmertemperatur ab, gibt 15 ccm $^1/_{20}$ KJO_3 und 10 ccm 10%ige KJ-Lösung zu, setzt den Glasstopfen auf und läßt $1^1/_4$ Stunde im dunkeln Schrank stehen; den Verbrauch der Salzsäure an Thiosulfat hat man ein für allemal festgestellt, indem man 15 ccm Salzsäure und 200 ccm destilliertes Wasser in gleicher Weise behandelt hat (der obige Wert c).

Berechnung: Da wir $^1/_5$ Liter mit $^1/_{50}$ Thiosulfatlösung titriert haben, ist es dasselbe, als wenn wir 1 Liter mit $^1/_{10}$ Lösung titriert hätten.

15 ccm Salzsäure hatten c ccm Thiosulfatlösung verbraucht,
für 200 ccm Meerwasser mit Salzsäure seien d ccm verbraucht,
der Titer der Thiosulfatlösung sei f,
dann ist die Alkalinität = (c—d) · f ccm $^1/_{10}$ Säure = (c—d) · f · 1,119 ccm CO_2.

Ich halte es immer noch für am besten, die Alkalinität als Kubikzentimeter gasförmiger Kohlensäure anzugeben, die dem Säuresättigungsvermögen eines Liters Wassers entsprechen. Die Zahl ist identisch mit der sogenannten festgebundenen Kohlensäure vieler Wasseranalysen; was mich dazu bewogen hat, werde ich gleich ausführlicher auseinandersetzen, nachdem ich einen neueren Vorschlag von Edward A. Birge und Chancey Juday [13]) besprochen habe. Sie gehen von der Überlegung aus, daß, wenn in einem Wasser die neutralen Karbonate in saure umgewandelt werden sollen, die doppelte Menge Kohlensäure vorhanden sein muß wie in neutralen Karbonaten. Die Kohlensäure, die diesen entspricht, ist die festgebundene, die den Bikarbonaten äquivalente ist die halbgebundene. Ist mehr als das Doppelte der festgebundenen Kohlensäure vorhanden, so ist diese Größe die freie Kohlensäure, was am Doppelten fehlt, ist negative freie Kohlensäure oder Alkalinität. Der Vorschlag ist originell und gestattet sehr schöne, übersichtliche Kurven zu zeichnen, entspricht aber nicht völlig den chemischen Verhältnissen. Man muß die Alkalinität als festgebundene Kohlensäure in Kubikzentimeter gasförmiger Kohlensäure angeben, weil man die Gesamtkohlensäure so angibt und man dabei sofort durch Vergleich dieser beiden Zahlen ohne große Umrechnung den Charakter des Wassers erkennen kann, was bei keinem anderen Verfahren so leicht möglich ist, denn nach dem eben angeführten Vorschlag können Wässer mit sehr verschiedenem Gehalt an kohlensaurem Kalk die gleiche Alkalinität zeigen.

In jedem natürlichen Wasser sind Karbonate enthalten, der Einfachheit halber können wir sie als Kalkkarbonat betrachten. Steht ein solches Wasser mit der freien Atmosphäre in Verbindung, so muß es sich mit ihr, die ca. 3‰ Kohlensäure enthält, ins Gleichgewicht setzen. Das Wasser nimmt aus der Luft Kohlensäure auf solange, bis der Kohlensäuredruck im Wasser gleich dem der Luft ist. Hatte das Wasser vorher schon einen Kohlensäuregehalt, der höher war, als diesem Gleichgewichtsdruck entspricht, so

muß es Kohlensäure an die Luft abgeben. Bei niedrigen Temperaturen von ca. 0° ist das Gleichgewicht vorhanden, wenn die Gesamtkohlensäure gleich dem Doppelten der festgebundenen Kohlensäure oder der Alkalinität ist. Früher sagte man, es sind im Wasser die Bikarbonate vorhanden. Daß dieses keine sehr zweckmäßige Ausdrucksweise ist, geht schon daraus hervor, daß bei geringer Erhöhung der Temperatur, z. B. auf 15°, die Gesamtkohlensäure nur noch das $1^3/_4$fache der festgebundenen Kohlensäure beträgt im Gleichgewicht.

Das Wasser im Gleichgewicht mit der Atmosphäre wird durch das Verhältnis Gesamtkohlensäure durch Alkalinität charakterisiert. Dieses Verhältnis wird nun durch biologische oder chemische Vorgänge gestört, z. B. kann durch starkes Pflanzenwachstum die freie und halbgebundene Kohlensäure aufgebraucht werden, so geben Birge und Juday eine Analyse des Wassers von Big Bitternutlake (Wiskonsin U. S. A.) vom 8. 8. 08, Temperatur 24,8°, Gesamtkohlensäure 15,1, Alkalinität 12,6. In den meisten Fällen wird aber das Verhältnis nicht erniedrigt, sondern erhöht, nämlich stets in tiefer liegenden Wasserschichten; dort kann die Kohlensäureproduktion den Konsum übersteigen, so daß es bis zur Bildung der freien Kohlensäure nach alter Auffassung kommt, d. h. der Quotient wird größer als 2. In Meerwasser ist eine erhebliche Überschreitung des Koeffizienten 2 noch nicht bekannt geworden.

Im übrigen wird man gut tun, die alten Begriffe von festgebundener, halbgebundener und freier Kohlensäure ganz aufzugeben, da sie die tatsächlichen Verhältnisse nicht richtig wiedergeben, so ist im Wasser, das sämtlichen kohlensauren Kalk als Bikarbonat gelöst enthalten soll, an der Atmosphäre bei mittleren Temperaturen überhaupt nicht dauernd existenzfähig und im Wasser, dessen Koeffizient zwischen Gesamtkohlensäure und Alkalinität kleiner als 2 ist, muß trotzdem freie Kohlensäure enthalten sein entsprechend der Tension. Man operiert am besten, wenn man nicht mit den Ionenvorstellungen arbeiten will, nur mit den Zahlen Alkalinität, Gesamtkohlensäure und Kohlensäuretension. Am anschaulichsten werden die Verhältnisse bei Verwendung der Ionentheorie [14]).

Tension der Kohlensäure.

Es empfiehlt sich, neben den Bestimmungen der Gesamtkohlensäure und Alkalinität häufige Messungen der Kohlensäuretension nach Krogh anzustellen. Da man aus 2 dieser Größen die 3. berechnen kann, hat man eine schöne analytische Kontrolle für richtiges Arbeiten. Die Bestimmung läßt sich leicht und bei einiger Übung genau ausführen. Eine größere Flasche, in der sich ein Thermometer befindet, wird mit dem Wasser völlig gefüllt. Darauf saugt man etwas mehr Wasser, als dem Fassungsvermögen des Analysenapparates entspricht, in ein aufgesetztes Glasrohr, schüttelt die Flasche einige Minuten tüchtig und verbindet sie mit dem Luftanalysenapparat nach Pettersson, Palmquist, Sondén, Krogh. Nun saugt man die Luftprobe aus der Flasche in das Meßgefäß. Dort wird die Kohlensäure in bekannter Weise bestimmt. Der gleiche Apparat dient zur Messung der Kohlensäuretension in der Luft. Ich lasse die genaue Beschreibung nach Krogh folgen [15]).

Die Flasche Fig. 7 u. 8 ist mit einem Gummistopfen versehen, durch den zwei Glasröhren gehen. Eine dieser Röhren a reicht fast bis zum Boden; an ihr ist das Thermometer befestigt. Das obere Ende ist mit einem gewöhnlichen Glashahn versehen, an den ein kurzes Stück Gummischlauch angesetzt ist. Eine Glasröhre B, ungefähr 15 ccm mehr fassend als die Gasbürette des Analysenapparates und ebenfalls mit einem Glashahn versehen, kann durch das erwähnte Stück Gummischlauch mit der Flasche verbunden werden. Die zweite Röhre b ist kurz und eng und mit einem Schwanzhahn versehen.

Um Luft in die Flasche zu bekommen, werden alle Hähne geöffnet und Wasser wird durch a nach B gesaugt. Es wird durch b durch reine atmosphärische Luft ersetzt. Dann werden die Hähne geschlossen, B wird abgenommen, das Thermometer abgelesen, und die Flasche wird während einer Minute heftig geschüttelt. Darauf wird der Hahn b für einen Moment geöffnet, um den Druck in der Flasche mit der atmosphärischen Luft auszugleichen. Dann schließt man ihn und wiederholt das Schütteln eine Minute lang. Die Wassertemperatur soll sich während des Schüttelns nicht um mehr als $^1/_4$° ändern und auch die Temperatur des Rohres B nicht. Nach Beendigung des Schüttelns wird die Flasche mit B und dem Analysenapparat verbunden. Die Handhabung geschieht auf folgende Weise.

Die Gasbürette e Fig. 8 wird mit Quecksilber gefüllt. Das Rohr c ist mit a verbunden und so aufgestellt, daß die Verbindung d in einem Augenblick befestigt werden kann.

Dann wird B mit der Flasche verbunden, nachdem man den Raum über a mit Wasser gefüllt hat.

Jetzt wird a geöffnet und die Wassertropfen, die in das Rohr b beim Schütteln gekommen sind, werden durch die Schwanzbohrung des Hahnes b gedrückt, dadurch, daß man ihn einen Moment öffnet.

Nun öffnet man die Hauptbohrung von b und verbindet rasch bei d, das Quecksilber in e wird gesenkt und die Luftprobe eingesogen.

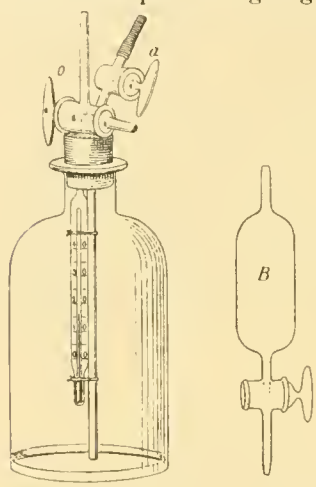


Fig. 7.

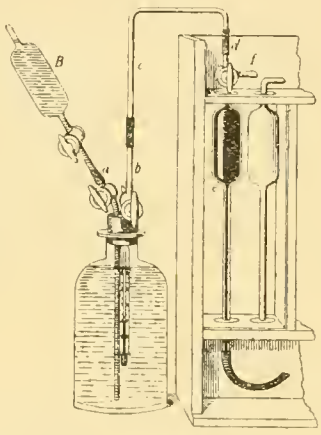


Fig. 8.

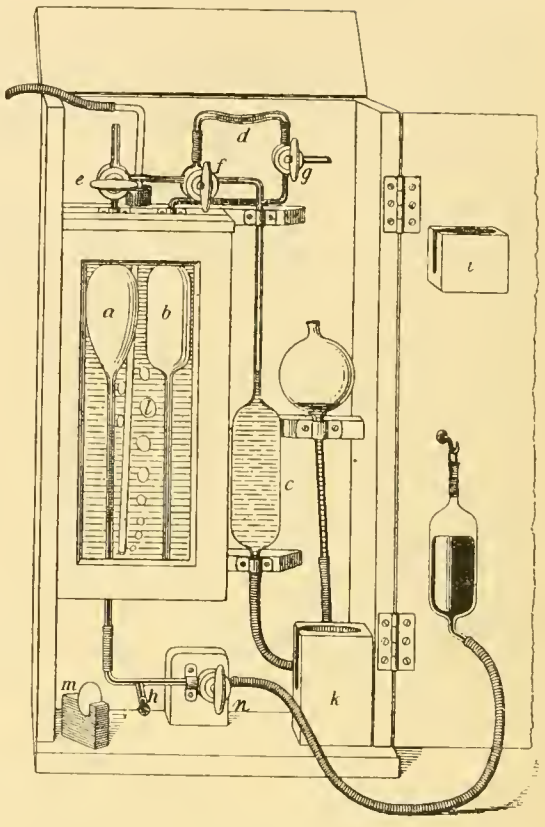


Fig. 9.

Fig. 7, 8, 9. Apparat zur Bestimmung der Tension der Kohlensäure nach Krogh. Meddelelser om Grœnland. Heft 26.

Wenn alles richtig ausgeführt ist, wird schließlich in der Bürette ein geringer Überdruck herrschen. Deshalb setzt man sie einen Moment vermittelst der Schwanzbohrung b in Verbindung mit der Atmosphäre, ehe man den Hahn f schließt. Jetzt löst man die Verbindung d. Für einen kurzen Augenblick werden die Gasbürette und das Kompensationsrohr mit Außenluft in Verbindung gesetzt, dann schließt man die Hähne und stellt die Verbindung mit dem Index her, durch Drehen der Schraube h bei geschlossenem Hahn n stellt man den Index auf 0 und liest den Stand des Quecksilbers ab. Darauf wird die Luft in die Absorptionspipette gedrückt, nachdem man vorher die Wege zum Index d Fig. 9 geschlossen hatte. Nach einigen Minuten saugt man die Luft wieder nach a, schließt n und wartet, bis sich die Temperatur wieder ausgeglichen hat. Man verbindet nun wieder mit dem Index, den man durch Drehen der Schraube h auf 0 bringt. Die Differenz des jetzigen Standes des Quecksilbers mit dem ersten gibt die Tension der Kohlensäure.

Literatur.

[1]) Brennecke, Forschungsreise S. M. S. Planet. Bd. III. Oceanographie.
[2]) Ruppin, Umkipptherмometer als Tiefenmesser. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Bd. 9. S. 182.
[3]) Publication de Circonstance Nr. 55.
[4]) Nyt Magazin. f. Naturvidenskab. Bd. 39. Heft 3.
[5]) Carl Zeiß, Jena, Interferometer für Gase und Wässer. Meß. 245.
[6]) Chemiker-Zeitung 1910. Nr. 135.
[7]) Scott. Geogr. Mag. 1894, p. 295.
[8]) König, Untersuchung landwirtschaftlich u. gewerblich wichtiger Stoffe. 2. Aufl.
[9]) Verhandelingen Uit het Rijksinstitut voor Het Onderzoek der Zee. II. Teil. 1907/8, 3.
[10]) Comptes rendus des travaux du Laboratoire de Carlsberg. Bd. 9 (1910).
[11]) Publications de Circonstance Nr. 60.
[12]) Hoppe-Seylers Zeitschrift für Physiologische Chemie. Bd. 69. S. 421.
[13]) The Inland lakes of Wisconsin, the dissolved Gases of the Water and their Biological Significance, by Edward A. Birge and Chancey Juday. Wisconsin Geological and Natural History Survey.
[14]) Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abt. Kiel. N. F. Bd. 11. S. 279.
[15]) Meddelelser om Grœnland. Vol. 26. S. 333.

Beiträge

zur

Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Meerestiere.

Von

Christian Delff.

Allgemeines über Gegenstand, Ziele und Zweck der Untersuchungen.

Während alle diejenigen Meerestiere, die als wichtige Nahrungsquelle dem Menschen einen direkten Nutzen gewähren, also die Nutzfische und die Auster, schon vielfach auf die chemische Zusammensetzung ihres Organismus als Ganzen nach agrikulturchemischer Methode untersucht sind, liegen nur höchst spärliche und unvollständige Analysen von solchen Tieren vor, die nicht oder doch nur in beschränktem Maße als menschliche Nahrung dienen. Das ist bei fast allen Wirbellosen des Meeres der Fall. Nichtsdestoweniger ist eine Kenntnis des Gehaltes auch dieser Organismen an Eiweiß, Fett, Kohlehydraten und Asche schon aus rein praktischen Rücksichten, nämlich als Beitrag zur Lösung der volkswirtschaftlich wichtigen Frage des Meereshaushaltes, unbedingt erforderlich. Durch Verrechnung nämlich der chemisch festgestellten Werte des Gehaltes einer Tierart an organischer Substanz mit den zoologisch ermittelten Zahlen ihrer Verbreitung und Häufigkeit unter verschiedenen Breiten und zu verschiedenen Jahreszeiten läßt sich die wirkliche Bedeutung dieser Art im Haushalt des Meeres ermessen. Diese Frage ist ja praktisch insofern von großer Bedeutung, als man mit ihrer Lösung auch die Erkenntnis erstrebt, wieviel menschliche Nahrung in Gestalt von Fischen das Meer zu produzieren imstande ist; und da muß außer für die Fische selbst auch für die ihnen zur Nahrung dienenden pflanzlichen wie tierischen Organismenarten einerseits aus der Individuenzahl, in der eine Art zu bestimmten Jahreszeiten, unter bestimmten Bedingungen und unter verschiedenen Breiten auftritt, die Menge von Leibessubstanz, die sie überhaupt zu bieten vermag, festgestellt, andererseits aber durch agrikulturchemische Untersuchung auch deren Nahrungswert, also die darin enthaltene Menge der verschiedenen organischen Substanzen ermittelt werden.

Wie bereits gesagt, ist jedoch hierüber bis jetzt recht wenig gearbeitet; die einzige Arbeit, die in dieser Richtung absichtsvoll vorgeht, ist die von Brandt, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Kiel 1898), in der die nach der Hensenschen quantitativen Planktonfangmethode erbeuteten Planktonfänge nicht nur gemessen, sondern nach ihrer quantitativ-systematischen Untersuchung auch chemisch auf ihren Gehalt an Eiweiß, Fett, Kohlehydraten, Asche und event. Rohfaser hin analysiert sind; auf diese Weise konnte der Ertrag des Meeres quantitativ und qualitativ mit dem des Landes verglichen werden.

In vorliegender Arbeit nun habe ich nach derselben analytischen Methode, wie sie von Brandt verwandt ist, größere wirbellose Meeresbewohner, reines Material einer Art, lediglich auf ihre chemische Zusammensetzung hin untersucht. Ich habe dabei aus fast jeder größeren Gruppe zum mindesten eine Art als Repräsentanten analysiert und natürlich meist dazu den häufigsten und so schon an sich wichtigsten Vertreter gewählt.

Crustaceen.

Analysiert wurden
1. *Carcinus maenas* } (Dekapoden).
2. *Crangon vulgaris* }
3. *Mysis flexuosa* (Schizopoden).
4. *Gammarus locusta* (Amphipoden).
5. *Glyptonotus entomon* (Isopoden).
6. *Anomalocera Patersoni* (Copepoden).

Mollusken.

7. *Mytilus edulis* (in 5 Analysen aus verschiedenen Monaten).
8. *Mya arenaria.*
9. *Litorina litorea.*

Echinodermen.
10. *Asterias rubens.*

Vermes.
11. *Nereïs diversicolor.*
12. *Arenicola marina.*

Anthozoen.
13. *Pennatula spec.*

Radiolarien.
14. *Collozoum inerme.*

Außer dem Wert, den diese Analysen als Beitrag zur Lösung der oben kurz skizzierten Frage des Meereshaushaltes haben, mögen sie vielleicht noch dadurch einen direkteren Nutzen gewähren, daß einerseits manche der untersuchten Tiere als menschliche Nahrung dienen, wenn auch nicht in sehr ausgedehntem Maße, andererseits manche infolge der Massenhaftigkeit ihres Vorkommens vielleicht als Dünger Verwendung finden könnten. Endlich noch können solche Feststellungen interessante biologische Streiflichter werfen, denn das Gegenüberstellen der auf chemischen Wege gewonnenen Daten und der biologischen Eigentümlichkeiten des Tieres wird wiederum den Satz erhärten: der Stoff entspricht seiner Form und Verwendung und paßt sich ihnen an, oder mit anderen Worten: er ist die Funktion seiner Form.

Bevor ich zu dem Hauptteil meiner Arbeit übergehe, möchte ich noch meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Brandt für die freundliche Unterstützung, durch die er mir die Vollendung dieser Arbeit ermöglicht hat, herzlich danken. Großen Dank für die mir geleistete Hilfe schulde ich auch Herrn Dr. Raben, Leiter der biologisch-chemischen Abteilung des Meereslaboratoriums Kiel, der mich in die Technik der Elementaranalysen eingeführt hat, und dem ich auch sonst manchen wertvollen Wink verdanke.

Die Methode.

a) Allgemeine Grundlagen.

Die analytische Methode ist, wie gesagt, dieselbe, wie sie von Brandt zu den Planktonanalysen angewandt ist, d. h. es ist die gewöhnliche, von den Agrikulturchemikern zu Futteranalysen begründete Methode, nur mit einer Abweichung in der Bestimmung der Kohlehydrate. Eine nähere Ausführung und Begründung findet man bei Brandt, Beiträge usw.; hier sei mir nur gestattet, die allgemeinen Grundlagen der Methode in den gröbsten Zügen darzulegen.

Der Gehalt an Rohproteïn (der Gesamtheit der verschiedenen Eiweißstoffe und ihrer Zersetzungsprodukte) wird unter Benutzung der Playfairschen empirischen Eiweißformel $C_{24}H_{38}N_6O_8$ (53,53 % C, 7,06 % H, 15,61 % N, 23,80 % O) durch Multiplikation des gefundenen Stickstoffgehaltes mit dem 15,61 % N entsprechenden Faktor 6,41 ermittelt, event. unter Abzug des für Chitin erforderlichen Stickstoffes (6,01 % N). Die Bestimmung des Chitins (der einzigen hier in Betracht kommenden Form der Rohfaser) geschieht durch Behandlung der Trockensubstanz mit verdünnter Salzsäure und Kalilauge. Durch Ätherextraktion wird das Fett, durch vorsichtige Veraschung die Asche gefunden; in letzterer ist bei diesen Analysen außer dem Gehalt an Seesalz und SiO_2 noch der an Fe_2O_3, CaO und P_2O_5 ermittelt und auf die Trockensubstanz (nicht die Asche!) berechnet. Nun wird durch Elementaranalyse der Prozentgehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff bestimmt und auf die Werte für Eiweiß und Fett (event. noch Chitin) verrechnet, wobei man für Eiweiß die Playfairsche Formel, für Fett die der Ölsäure nahekommende Durchschnittszusammensetzung der Fette von 76,7 % C, 12,1 % H, 11,2 % O und für Chitin die Formel $C_9H_{15}NO_6$ (46,35 % C, 6,44 % H, 6,01 % N, 41,20 % O) zugrunde legt. Was dann noch an C und H übrig bleibt, wird zur Berechnung der Kohlehydrate verwandt, nicht, wie gewöhnlich üblich, wird als solche die Differenz genommen, die nach Abzug von Eiweiß-, Fett- und Ascheprozenten von 100 % als Rest bleibt. Die Berechnung geschieht zwar unter Zugrundelegung des Kohlenstoffwertes, da infolge der Hygroskopizität der Substanz der Wasserstoffwert nicht genügend sicher ist; trotzdem besteht in den meisten Fällen, wenn die Menge der Kohlehydrate nicht allzu gering ist, wie z. B. bei den Crustaceen, ungefähr das Verhältnis

C : H = 7 : 1 (entsprechend $C_6H_{10}O_5$). Auf solche Weise erlaubt diese Methode eine gewisse Kontrolle der anderen Werte, außerdem aber noch insofern, als die unabhängig voneinander ermittelten Zahlen zusammengezählt etwa 100 % ergeben müssen. Daß man bei dieser Methode, wie K. Knauthe in „Das Süßwasser" einwendet, dadurch ungenau verfährt, daß man alle Kohlehydrate über einen Kamm schert, ist hier wohl kaum zu befürchten; denn die hier in tierischen Körpern gefundenen Kohlehydrate werden z. T. Darminhalt (also pflanzliche und tierische Stärke und Zellulose), z. T. eigenes Glykogen (nach Sabanejew in Fränkel, Descriptive Biochemie von der Formel $[(C_6H_{10}O_5)_{10} + H_2O]$) sein, so daß eine Zugrundelegung der Formel $C_6H_{10}O_5$ wohl nicht allzu weit von den tatsächlichen Verhältnissen abweichen wird, jedenfalls nicht mehr, als es in der Natur der ganzen, notwendigerweise etwas summarisch verfahrenden Methode liegt.

b) Nähere Angaben über die Technik des Verfahrens.

Bei den von mir untersuchten Tieren handelt es sich z. T. um schon lange zu diesem Zweck in Alkohol konserviertes Material, z. T. um solches, das nur wenige Tage, um es bis zur Untersuchung vor Zersetzung zu schützen, in Alkohol aufbewahrt war, z. T. um frisches Material. Die Tiere wurden stets gezählt und gemessen und vor der Konservierung meist auch gewogen, um aus der Differenz der Gewichte der lebenden und der getrockneten Tierkörper den Wassergehalt festzustellen. Zu diesem Zweck wurden sie, soweit ihre Natur eine derartige Behandlung erlaubte, zunächst mit Seewasser von allem Schmutz gereinigt, dann kurz mit Leitungswasser überspült, um das mechanisch anhaftende Seesalz tunlichst zu entfernen, mit Filtrierpapier getrocknet und gewogen.

Die Trockengewichtsbestimmung geschieht durch Eindampfen in flacher Porzellanschale auf dem Wasserbade; handelt es sich um in Alkohol konserviertes Material, so kann man einem Über-den-Rand-Kriechen des Alkohols, das hierbei leicht eintritt, durch Hinzufügen von Wasser vorbeugen. Nachdem die Körper der Tiere hart und trocken geworden sind, trockne ich sie noch 1—2 Stunden im Trockenschrank bei 60°, zerstampfe sie im Mörser nicht allzu fein, mische gehörig und nehme dann den Alkoholextrakt mit Alkohol und Wasser auf (der sogenannte Alkoholextrakt ist nämlich oft zum größten Teil Wasserextrakt, z. B. bei Mytilus) und gieße ihn langsam unter Umrühren auf die zermahlenen Körper, so daß alles gleichmäßig von der extrakthaltigen Flüssigkeit durchdrungen wird, mische noch einige Zeit und trockne bei 60°. Die trockene Substanz wird dann im Achatmörser ganz fein pulverisiert und nochmals gehörig gerührt und geschüttelt, um die Mischung auch bei kleinen Mengen möglichst gleichmäßig zu gestalten. Darauf trockne ich noch 3—4 Stunden bei 100—110°, da bei 60° nicht alles Wasser aus der kolloidalen organischen Substanz entfernt wird, und bringe sie hierauf in den Exsikkator, in dem sie bis zur Gewichtskonstanz bleibt. Auf jeden Fall jedoch möchte ich empfehlen, wenn es irgend angängig ist, die Tiere frisch zu trocknen, weil man sich viel Arbeit mit dem Mischen spart und zugleich von vornherein eine bessere Mischung erhält. Warum man aber, wenn überhaupt konserviert werden muß, dazu nur Alkohol verwenden kann, wenn man einwandfreie Resultate erzielen will, siehe Brandt, Beiträge usw. pag. 76.

Die Stickstoffbestimmungen geschahen nach der Methode nach Dumas; hierbei, wie bei der Elementaranalyse, habe ich die Substanz mit Co_3O_4 (Kobaltoxyduloxyd) gemischt, das nach meinen Erfahrungen besser und gleichmäßiger oxydiert als CuO. Meist habe ich bei den Stickstoff- und den Kohlenstoff-Wasserstoffbestimmungen zwei Analysen nebeneinander ausgeführt; ergab sich eine größere Differenz als 0,3 %, so wurde die Substanz neu gemischt und die Analyse wiederholt. Zur Berechnung verwandte ich bei der Stickstoffanalyse den Durchschnitt der beiden Resultate, bei der Elementaranalyse den höchsten C- und den niedrigsten H-Wert, weil einerseits bei reichlichem Seesalz leicht Kohleteilchen, vom schmelzenden Salz umschlossen, der Verbrennung entgehen, andererseits bei der gleichfalls durch das Seesalz bedingten Hygroskopizität sich ein absolut trockenes Material wohl kaum erhalten läßt. Endlich wurde noch bei der Elementaranalyse wegen des Schwefelgehaltes der Substanz eine längere Schicht Bleichromat vorgelegt, sonst in der üblichen Weise verfahren.

Die Fettextraktionen geschahen im Soxhletschen Apparat mittels über Natrium destilliertem Äther und dauerten etwa 8 Stunden. Die in ein gehärtetes Filter gewickelte Substanz wurde vorher ½ Stunde bei 100° getrocknet, damit die beim Beschicken aufgenommene Feuchtigkeit entfernt wurde.

Nach vollendeter Extraktion wurde der Äther abdestilliert, der Extrakt je ½ Stunde in Trockenschrank und Exsikkator getrocknet, und aus der Differenz der Gewichte des Kölbchens vor und nach der Extraktion der Fettgehalt bestimmt. Außerdem habe ich noch zum Vergleich 2 Analysen nach dem Rosenfeldschen Fettbestimmungsverfahren ausgeführt; die Beschreibung und Kritik dieses Verfahrens, soweit solche hiernach zulässig ist, gebe ich weiter hinten mit den Analysen.

Die Aschenbestimmungen endlich wurden mit dem zur Fettextraktion verwandten Material in einer gewogenen Platinschale ausgeführt. Vorher wurde die Substanz gewogen und auf die ursprüngliche Menge umgerechnet, da beim Überfüllen leicht Verluste entstehen. Zunächst wurde nun nur mit kleiner Flamme erhitzt, später stärker, bis die Asche einigermaßen weiß geworden war. Trotz vorsichtigen Veraschens läßt sich ein Verlust an Chloriden ebensowenig vermeiden wie ein Übrigbleiben unverbrannter Kohle. Diese fand ich ihrem Gewichte nach als Differenz zwischen der getrockneten und der geglühten unlöslichen Asche und habe sie stets gleich abgezogen. Schwieriger wird es bei den Chloriden; Verluste sind dabei absolut unvermeidlich. Da habe ich nun das Chlor, aus dem man auf später zu zeigende Weise das Seesalz berechnet, nicht aus der Asche, sondern direkt aus der Trockensubstanz bestimmt, wobei die Verluste nur gering werden. Ich extrahiere zu diesem Zweck eine gewogene Menge der Trockensubstanz mit warmem Wasser, dampfe das Filtrat mit Ammoniumkarbonat ein und glühe schwach und kurz, um die gelöste organische Substanz zu zerstören, nehme mit Wasser auf, filtriere von der Kohle ab und bestimme dann die Chloride titrimetrisch mit Kaliumchromat als Indikator.

In dem salzsäurelöslichen Teil der Asche bestimme ich auf folgende Weise **Fe_2O_3 (+ Al_2O_3), CaO** und **P_2O_5**: Die salzsaure Lösung wird, um das Fallen des Kalks als Phosphat zu verhindern, essigsauer gemacht, zum Sieden erhitzt und mit Ammonacetat versetzt; die Fällung Fe_2O_3 (+ Al_2O_3) + P_2O_5 wird, wasserfrei gewogen, in Salpetersäure gelöst, P_2O_5 nach Woy bestimmt als $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12\,MoO_3$ und vom Gesamtwert abgezogen. Aus dem noch Kalk und weitere Phosphorsäure enthaltenden Filtrat wird der Kalk entweder (wenn wenig vorhanden) in der essigsauren Lösung mit Ammonoxalat gefällt und P_2O_5 dann als $Mg_2P_2O_7$ bestimmt, oder (bei viel Kalk) wird das Filtrat durch $FeCl_3$ von P_2O_5 befreit, zu 100 ccm usw. aufgefüllt und der Kalk in einem aliquoten Teil in ammoniakalischer Lösung ermittelt, P_2O_5 wieder als Molybdat. Daß beide Methoden gleichwertig sind, zeigen die bei Gammarus ausgeführten Parallelbestimmungen.

Endlich ist noch bei Crustaceen das Chitin zu bestimmen. Es geschieht durch Entkalken mit verdünnter Salzsäure, Waschen, mehrfaches Auskochen mit ca. 15 % Kalilauge, Waschen mit Wasser, Alkohol und Äther, Trocknen und Wägen; dies Rohchitin wird verascht, die Differenz ergibt den Wert für Reinchitin.

Die Analysen.

1. Carcinus maenas.

Diese Analyse nehme ich zugleich als Beispiel, um die Art der Rechnung zu zeigen; die übrigen Analysen folgen dann ohne Text.

Das verwandte Material bestand aus 6 Exemplaren, 5 cm breit über dem Cephalothorax, gefangen 21. April 1911 bei Husum am Steindeich, lebend 112,4 g, getrocknet 31,70 g schwer; also enthält das frische Tier 28,20 % Trockensubstanz und **71,80** % Wasser.

Stickstoff. a) Es wurden 0,2428 g Substanz verwandt, der Barometerstand b war 762 mm, die Temperatur t 22°, das gefundene Gasvolumen V 12,8 ccm, entsprechend 0,01447 = 100 · 0,01447 : 0,2428 = 5,96 % N.

b) 0,2056 g (b = 762 mm, t = 22°) —— 10,8 ccm = 0,01221 g = 5,94 % N.

Der zur Rechnung verwandte Durchschnitt der beiden Analysen ist 5,95 % N.

Chitin. Auf 3,4018 g Substanz kommen 0,2628 g = 7,73 % Reinchitin.

Eiweiß. Auf 7,73 % Chitin kommen unter Zugrundelegung der Formel $C_9H_{15}NO_6$ (6,01 % N) 0,46 % N, so daß für Eiweiß 5,95 — 0,46 = 5,49 % N übrigbleiben. Diese werden in die erwähnte Playfairsche Eiweißformel $C_{24}H_{38}N_6O_8$ (S darin nicht berücksichtigt) eingesetzt; dort kommen auf 15,61 % N

100 Eiweiß, auf 1 % N also 6,41 % Eiweiß. 6,41 ist also der Faktor, mit dem multipliziert, der gefundene Stickstoffgehalt den Eiweißgehalt ergibt. $6{,}41 \cdot 5{,}49 = \mathbf{35{,}19}$ % Eiweiß.

Fett. 10,1790 g Substanz gaben 0,2439 g = **2,39** % Fett.

Kohlehydrate. Elementaranalyse: a) 0,2086 g Substanz gaben 0,2073 g CO_2 und 0,0747 g H_2O, entsprechend 0,0565 g = 27,10 % C und 0,0083 g = 3,98 % H.

b) 0,1810 g — 0,1786 g CO_2 = 26,91 % C und 0,0602 g H_2O = 3,70 % H.

Zur Verrechnung kommen der höchste C-Wert und der niedrigste H-Wert, also 27,10 % C und 3,70 % H. Von diesem überhaupt gefundenen C und H werden die nach den empirischen Formeln für Eiweiß, Chitin und Fett erforderlichen Mengen abgezogen und der Rest auf Kohlehydrate verrechnet.

Gesamtmenge	27,10 % C	2,48 % H
Im Eiweiß	18,84 „ „	2,48 „ „
„ Chitin	3,58 „ „	0,50 „ „
„ Fett	1,83 „ „	0,29 „ „
Rest	2,85 % C	0,43 % H.

Der Berechnung lege ich die Formel $C_6H_{10}O_5$ zugrunde und gehe dabei auch hier von dem C-Wert als dem sichereren aus. Auf 2,85 % C kommen dann 0,40 % H und 3,20 % O, zusammen **6,45** % Kohlehydrate. Das Verhältnis der gefundenen C- und H-Mengen stimmt in diesem Fall recht gut zu der Formel $C_6H_{10}O_5$; theoretisch nämlich soll C : H = 7,2 : 1 sein, hier ist es 6,63 : 1. In den meisten anderen Analysen neigt sich die Proportion mehr auf das $C_6H_{12}O_6$ entsprechende Verhältnis 6 : 1; man muß aber bedenken, daß man einerseits wohl stets etwas zuviel H erhält wegen der Hygroskopizität des Materials, andererseits bei kleinen Kohlehydratmengen sich ein kleines Mehr an H schon recht stark bemerkbar macht.

Asche. Die extrahierte Substanz wog 9,9320 g; um die wirklich verwandte Menge zu kennen, muß ich noch 2,39 % Fett hinzuaddieren. 9,9320 g + x g Fett sind gleich der gesuchten Substanzmenge, die also $(9{,}9320 + x) \cdot 2{,}39 : 100$, oder wieder x g Fett enthält. $(9{,}9320 + x) \cdot 2{,}39 = 100\,x$; $100\,x - 2{,}39\,x = 9{,}9320 \cdot 2{,}39$; $x = 0{,}2432$ g. Es wurden also 9,9320 + 0,2432 = 10,1752 g Substanz verascht (0,0038 g beim Überfüllen verloren) und gaben 4,6302 g = **45,51** % Asche.

Die Werte für die Aschenbestandteile sind stets auf die gesamte Trockensubstanz, nicht auf die Asche bezogen.

Von der Asche 1. Wasserlöslich 0,4714 g = **4,63** %.

2. HCl-löslich 3,9745 g = **39,06** %.

a) **Fe_2O_3** 0,1825 g ($Fe_2O_3 + P_2O_5$), ab 0,0844 g P_2O_5 = 0,0981 g = **0,96** % Fe_2O_3.

b) **CaO** zu 250 ccm gelöst, davon zur Bestimmung von CaO 25 ccm, von P_2O_5 50 ccm. 0,1906 g $CaO \cdot 10$ = 1,9060 g = **18,73** %.

c) **P_2O_5** *α)* 2,2476 g $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12\,MoO_3$ = 0,0844 g P_2O_5.

β) 1,0093 g „ „ $\cdot 5$ = 0,1895 g P_2O_5.

Insgesamt 0,2739 g = **2,69** % P_2O_5.

3. Unlöslich 0,1843 g = **1,81** % **SiO_2**.

Seesalz. 2,2522 g Substanz extrahiert, zu 100 ccm gelöst; 10 ccm entsprechen 1,75 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$, also 0,0620 g Cl im ganzen oder 2,76 % Cl. Die Berechnung des Seesalzes aus dem Chlor beruht auf dem absolut konstanten Chlorgehalt des Seesalzes von 55,37 %; man hat also als Faktor 100 : 55,37; $2{,}76 \cdot 100 : 55{,}37$ = **4,98** % Seesalz. Die nähere Ausführung und Begründung dieser Berechnungsart findet man bei Brandt, Beiträge usw. Nun hat man bei diesem so gefundenen Seesalz zwei ihrer Herkunft und Bedeutung nach verschiedene Teile zu unterscheiden, einmal das in den Geweben des Tieres enthaltene Seesalz, andererseits das aus mechanisch in der Kiemenhöhle, zwischen Brutplatten, in Siphonen, in der Mantelhöhle usw. anhaftendem Seewasser stammende, körperfremde Seesalz. Zwar gehört das erstere zur Körperasche und hat einen für das Tier konstanten Wert, der ungefähr dem Wassergehalt entspricht, da sich die Körperflüssigkeit nur wenig von dem umgebenden Medium unterscheiden wird wegen des osmotischen Druckes (siehe die Untersuchungen von Brandt über das Schweben der Radiolarien [Zoolog. Jahrb.,

Systematik 1895—96] oder die Frédéricqus über den Salzgehalt des Crustaceenblutes [O. v. Fürth, Vergl. chem. Physiologie der nied. Tiere]), aber der zweite größere, körperfremde Teil des Seesalzes stört die Gleichmäßigkeit der Rechnungen. Denn der größere oder geringere Grad des Auswaschens, event. Verluste beim Öffnen der Muschelschalen usw. gestalten die gesamten Werte in den einzelnen Analysen ungleichmäßig und damit unvergleichbar. Um also untereinander vergleichbare Werte zu erhalten, muß ich das gesamte Seesalz abziehen, wobei man dann eben noch im Gedächnis behalten kann, daß ein nicht genau bestimmbarer Teil, der etwa dem Wassergehalt unter Berücksichtigung des verschiedenen Salzgehaltes der verschiedenen Meere entspricht (hier etwa 2,3 %) zu Unrecht abgezogen ist, obwohl er zum Körper gehörte. Außer dem Seesalz habe ich nun noch die unlösliche Asche abgezogen, so daß also nur der HCl-lösliche Teil als Asche gerechnet wird und die Werte auf (Seesalz- + SiO_2)-freie Trockensubstanz bezogen werden. Ich gehe dabei von der Erwägung aus, daß ein bei solchen Analysen sich deutlich zeigender SiO_2-Gehalt nur auf körperfremde Materie, Sand, Diatomeenschalen usw. zurückzuführen ist. In diesem Falle ziehe ich also 4,98 + 1,81 = 6,79 % ab, ich erhalte dann auf die reduzierte Trockensubstanz bezogen: 6,38 % N 37,75 % Eiweiß,

8,29 „ Chitin,
2,56 „ Fett,
6,92 „ Kohlehydrate,
41,91 „ Asche (1,03 % Fe_2O_3, 20,09 % CaO, 2,89 % P_2O_5)
97,43 %.

Die Summe dieser unabhängig voneinander gefundenen Werte beträgt 97,43 %, also nur 2,57 % Differenz vom theoretischen Werte 100 %.

2. *Crangon vulgaris.*

250, gestreckt 5,6 cm lange Exemplare, 24. VIII. 1910 bei Husum, nur kurze Zeit in Alkohol konserviert aufbewahrt, frisch 401 g, getrocknet 97,1 g schwer, also 24,22 % Trockensubstanz und **75,78** % Wasser im frischen Tier.

Stickstoff. a) 0,1612 g (b = 753, t = 18,5°) — 14,9 ccm = 0,01733 g = 10,75 % N.
b) 0,1477 g (b = 754, t = 15°) — 13,4 ccm = 0,01549 g = 10,73 % N.
Also durchschnittlich **10,74** % N.

Chitin. 4,8204 g — 0,2633 g = **5,46** % Chitin.

Eiweiß. 0,33 % N für Chitin ab von 10,74 %, also 10,41 % N für Eiweiß. 10,41 · 6,41 = **66,67** % Eiweiß.

Fett. 10,2560 g — 0,3706 g = **3,61** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2940 g — 0,4418 g CO_2 = 40,97 % C und 0,1482 g H_2O = 5,61 % H.
b) 0,3048 g — 0,4548 g CO_2 = 40,68 % C und 0,1539 g H_2O = 5,61 % H.
Also 40,97 % C und 5,61 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (35,69 + 2,53 + 2,77) = 40,99 %, H (4,71 + 0,43 + 0,35) = 5,49 % H. Es können hier also keine Kohlehydrate zur Verrechnung kommen.

Asche. 10,2550 g (0,0010 g verloren) — 2,4688 g = **24,08** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,4423 g oder **4,31** %.
2. HCl-löslich 1,9078 „ = **18,60** „
   a) **Fe_2O_3** 0,0388 „ = **0,38** „
   b) **CaO** 0,9080 „ = **8,85** „
   c) **P_2O_5** *α)* 0,7776 g $(NH_4)_3 PO_4 \cdot 12 MoO_3$ = 0,0292 g
   β) 0,3282 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,2094 g
   } 0,2386 g = **2,33** % P_2O_5.
3. Unlöslich 0,1187 g = **1,16** %.

Seesalz. Um zu zeigen, wie groß die Verluste an Chloriden beim Veraschen sein können, gebe ich hier die aus der Asche und die aus der Substanz selbst bestimmten Seesalzwerte. Bei den meisten anderen Analysen habe ich dasselbe ausgeführt, was ganz analoge Resultate ergab.

a) Seesalz aus der Asche: von 250 ccm 25 ccm, 25 ccm —— 6,1 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO_3 = 0,2162 g = 2,11 % Cl = 3,81 % Seesalz.

b) Aus der Substanz: 3,7400 g zu 250 ccm extrahiert; 25 ccm 2,6 ccm $\frac{1}{10}$ Ag NO_3 = 0,09217 g = 2,47 % Cl = **4,45** % Seesalz.

Zur Umrechnung auf reduzierte Trockensubstanz muß ich 4,45 + 1,16 = 5,61 % abziehen:

11,38 % N	70,63 % Eiweiß,
	5,78 „ Chitin,
	3,83 „ Fett,
	19,71 „ Asche (0,40 % Fe_2O_3, 9,38 % CaO, 2,47 % P_2O_5)
	99,95 %.

Verdauungsprobe. Um zu erproben, wieviel von der Körpersubstanz verdaulich ist, habe ich 4,0137 g einer Verdauungsprobe unterworfen. Indem ich in Erwägung zog, daß bei Wirbellosen wohl nur alkalische, trypsinartige Fermente in Betracht kommen, habe ich auch nur mittels Trypsin verdaut. Zu diesem Zwecke wurden 2 g käufliches Trypsin mit 2 g Natriumbikarbonat in 500 ccm Wasser gelöst und davon 100 ccm zur Substanz hinzugefügt, etwas Chloroform zugetropft, um die Entwicklung von Bakterien zu verhindern, und diese Mischung 16 Tage lang bei 36° im Brutofen gehalten. Am 10. Tage war bei einer gleich behandelten Menge frischen Eiweißes die violette Biuretreaktion verschwunden. Es wurde abfiltriert, gewaschen, getrocknet und gewogen. Unverdaut waren 1,4558 g = 37,96 %, **62,04** % also verdaut; diese Werte sind auf die nur von Seesalz freie Trockensubstanz bezogen, da eben infolge des Auswaschens jede Spur von Seesalz verschwunden war.

3. Mysis flexuosa.

6790 Exemplare von 1,2 cm Länge, Juni 1911 im Geestemünder Hafen, getrocknet 5,12 g. Die Zählung geschah, ebenso wie bei Anomalocera, durch Wägen der Gesamtmenge, Wägen eines aliquoten Teiles, Zählen des letzteren in flacher Porzellanschale und Verrechnung auf die Gesamtmenge.

Stickstoff. 0,1264 g (b = 755, t = 23°) —— 12,9 ccm = 0,01436 g = **11,37** % N.

Chitin. 1,2400 g —— 0,0668 g = **5,39** % Chitin.

Eiweiß. 0,32 % N für Chitin, Rest also 11,05 %. 11,05 · 6,41 = **70,83** % Eiweiß.

Fett. 2,5559 g —— 0,0819 g = **3,20** % Fett.

Kohlehydrate. 0,2340 g —— 0,3775 g CO_2 = 44,00 % C und 0,1306 g H_2O = 6,20 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (37,92 + 2,50 + 2,46) = 42,88 %, H (5,00 + 0,35 + 0,39) = 5,74 %, Rest für Kohlehydrate also 1,12 % C und 0,46 % H. C : H = 2,5 : 1. Zu 1,12 % C gehören 0,16 % H und 1,28 % O, zusammen **2,56** % Kohlehydrate.

Asche. 2,5429 g —— 0,4297 g = **16,90** % Asche.

1. Wasserlöslich	0,0882 g	=	**3,47** %.
2. HCl-löslich	0,3303 „	=	**12,99** „
a) **Fe_2O_3**	0,0122 „	=	**0,48** „
b) **CaO**	0,1396 „	=	**5,49** „
c) **P_2O_5**	α) 0,2796 g Molybdat	= 0,0105 g	} 0,0509 g = **2,00** % P_2O_5.
	β) 1,0761 „ „	= 0,0404 „	
3. Unlöslich	0,0112 g	=	**0,44** %.

Seesalz. 0,7220 g zu 100 ccm; 10 ccm ——— 0,42 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO_3 = 0,00149 g Cl = 2,06 % Cl = **3,72** % Seesalz. Ab also 3,72 + 0,44 = 4,16 %. Wir erhalten auf reduzierte Trockensubstanz:

11,86 % N	73,91 % Eiweiß,
	5,62 „ Chitin,
	3,34 „ Fett,
	2,67 „ Kohlehydrate,
	13,55 „ Asche (0,50 % Fe_2O_3, 5,73 % CaO, 2,09 % P_2O_5)
	99,09 %.

4. Gammarus locusta.

500, gestreckt 2,3 cm lange Exemplare, 10. XII. 1910 Kieler Hafen, frisch eingedampft, frisch 39 g, getrocknet 6,45 g, also 16,54 % Trockensubstanz und **83,46** % Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. a) 0,1515 g (b = 768, t = 11°) —— 11,3 ccm = 0,01355 g = 8,94 % N.
b) 0,2012 g (b = 765, t = 13,5°) —— 15,2 ccm = 0,01797 g = 8,93 % N.
Also **8,94** % N.

Chitin. 0,1767 g —— 0,0133 g = **7,55** % Chitin.

Eiweiß. 0,45 % N ab für Chitin, Rest 8,49 % N. 8,49 · 6,41 = **54,42** % Eiweiß.

Fett. 3,6027 g —— 0,2812 g = **7,81** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,1563 g —— 0,2228 g CO_2 = 38,88 % C und 0,0794 g H_2O = 5,62 % H.
b) 0,3827 g —— 0,5418 g CO_2 = 38,61 % C und 0,1953 g H_2O = 5,66 % H.
Also 38,88 % C und 5,62 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (29,13 + 3,49 + 5,99) = 38,61 %, H (3,84 + 0,49 + 0,95) = 5,28 %, Rest also 0,27 % C und 0,34 % H. Zu 0,27 % C gehören 0,04 % H und 0,32 % O, zusammen **0,63** % Kohlehydrate. Hier stimmen C und H ganz schlecht überein; das mag z. T. an nicht absoluter Trockenheit, z. T. aber an der verschwindenden Menge der Kohlehydrate liegen.

Asche. 3,5575 g —— 0,9930 g = **27,91** % Asche.
1. Wasserlöslich 0,2543 g = **7,15** %.
2. HCl-löslich 0,7106 „ = **19,97** „
a) Fe_2O_3 0,0127 „ = **0,36** „
b) **CaO** 0,3628 „ = **10,20** „
Die Hälfte in ammoniakalischer Lösung: 0,1814 g CaO, die andere in essigsaurer: 0,1807 g CaO.
c) P_2O_5 *α)* 0,1784 g Molybdat = 0,0067 g
β) 0,7563 „ „ = 0,0284 „ } 0,0635 g = **1,79** % P_2O_5.
β) gelöst und nochmals bestimmt mit Magnesiummixtur: 0,0439 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0281 g P_2O_5.
3. Unlöslich 0,0281 = **0,79** %.

Seesalz. 0,4936 g zu 100 ccm, 10 ccm —— 0,55 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,0195 g = 3,95 % Cl = **7,13** % Seesalz. Ab also 7,13 + 0,79 = 7,92 %. Auf reduzierte Trockensubstanz:

9,71 % N	59,10 % Eiweiß,
	8,20 „ Chitin,
	8,48 „ Fett,
	0,68 „ Kohlehydrate,
	21,69 „ Asche (0,39 % Fe_2O_3, 11,08 % CaO, 1,94 % P_2O_5)
	98,15 %.

Verdauungsprobe. Von 1,3762 g (1,2775 g seesalzfrei) sind 0,5881 g unverdaut = 46,03 %, verdaut also **53,97** % der seesalzfreien Trockensubstanz.

5. Glyptonotus entomon.

31, von 7,2—4,4 cm lange Exemplare, Mai 1911 in der Danziger Bucht, nur kurze Zeit in Alkohol konserviert; frisch 92 g, getrocknet 18,1 g, also 19,67 % Trockensubstanz und **80,33** % Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. a) 0,1316 g (b = 766, t = 23°) —— 8,0 ccm = 0,009045 g = 6,87 % N.
b) 0,1298 g (b = 766, t = 23°) —— 8,0 ccm = 0,009045 g = 6,96 % N.
Also durchschnittlich **6,92** % N.

Chitin. 2,0911 g —— 0,2736 g = **13,08** % Chitin.

Eiweiß. 0,79 % N für Chitin ab, Rest 6,13 %. 6,13 · 6,41 = **39,30** % Eiweiß.

Fett. 6,4279 g —— 0,1999 g = **3,11** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,1123 g —— 0,1336 g CO_2 = 32,45 % C und 0,0450 g H_2O = 4,45 % H.
b) 0,1633 g —— 0,1933 g CO_2 = 32,28 % C und 0,0675 g = 4,58 % H.

Also 32,45 % C und 4,45 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (21,04 + 6,06 + 2,39) = 29,49 % C, H (2,77 + 0,84 + 0,39) = 4,00 % H. Rest für Kohlehydrate 2,96 % C und 0,45 % H; C : H = 6,6 : 1. Zu 2,96 % C gehören 0,41 % H und 3,28 % O, zusammen **6,65** % Kohlehydrate.

Asche. 6,4114 g —— 2,1898 g = **34,16** % Asche.
1. Wasserlöslich 0,5082 g = **7,93** %.
2. HCl-löslich 1,6291 „ = **25,41** „
   a) Fe_2O_3 0,0502 „ = **0,78** „
   b) **CaO** 0,8045 „ = **12,55** „
   c) P_2O_5 *α)* 1,1398 g Molybdat = 0,0428 g
      β) 1,7288 g „ = 0,0649 g
      } 0,1077 g = **1,68** % P_2O_5.
3. Unlöslich 0,0525 = **0,82** %.

Seesalz. 2,2352 g zu 100 ccm; 10 ccm —— 2,8 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO_3 = 0,09923 g = 4,44 % Cl = **8,02** % Seesalz. Ab also 8,02 + 0,82 = 8,84 %. Wir erhalten dann auf reduzierte Trockensubstanz:

7,59 % N	43,11 %	Eiweiß,
	14,35 „	Chitin,
	3,41 „	Fett,
	7,30 „	Kohlehydrate,
	27,87 „	Asche (0,86 % Fe_2O_3, 13,77 % CaO, 1,84 % P_2O_5)
	96,04 %.	

6. Anomalocera Patersoni.

74100 Exemplare, Juni 1911 bei Stavanger, fast reiner Planktonfang, sonst schätzungsweise noch 100000 Ceratien vorhanden, getrocknet 15,05 g; jedes Tier also trocken 0,0002 g.

Stickstoff. 0,1881 g (b = 755, t = 23°) —— 17,2 ccm = 0,01915 g = **10,18** % N.
Chitin. 2,2918 g —— 0,1132 g = **4,94** % Chitin.
Eiweiß. 0,30 % N für Chitin, Rest also 9,88 % N. 9,88 · 6,41 = **63,33** % Eiweiß.
Fett. 4,0179 g —— 0,2028 g = **5,05** % Fett.
Kohlehydrate. 0,2532 g —— 0,3959 g CO_2 = 42,64 % C und 0,1360 g H_2O = 5,96 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (33,90 + 2,29 + 3,87) = 40,06 %, H (4,47 + 0,32 + 0,51) = 5,40 %, Rest also 2,58 % C und 0,56 % H. C : H = 4,7 : 1. Zu 2,58 % C gehören 0,36 % H und 2,88 % O, zusammen **5,82** % Kohlehydrate.

Asche. 4,0098 g —— 0,6719 g = **16,76** %.
1. Wasserlöslich 0,4540 g = **11,32** %.
2. HCl-löslich 0,2179 „ = **5,43** „
   a) Fe_2O_3 0,0104 „ = **0,26** „
   b) **CaO** 0,0730 „ = **1,82** „
   c) P_2O_5 *α)* 0,2504 g Molybdat = 0,0094 g
      β) 1,9694 g „ = 0,0735 g
      } 0,0829 g = **2,07** %.
3. Unlöslich nicht wägbar.

Seesalz. 1,9290 g zu 100 ccm; 10 ccm —— 3,60 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO_3 = 0,1276 g = 6,62 % Cl = **11,95** % Seesalz. 11,95 % ab, ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

11,55 % N	71,88 %	Eiweiß,
	5,61 „	Chitin,
	5,73 „	Fett,
	6,61 „	Kohlehydrate,
	6,16 „	Asche (0,30 % Fe_2O_3, 2,07 % CaO, 2,35 % P_2O_5)
	95,99 %.	

Zu bemerken ist noch, daß die Verunreinigung mit ca. 100000 Ceratien für die Zusammensetzung des Fanges bedeutungslos ist. Denn nach Brandt (Beiträge) liefern erst 42—65000000 Ceratien 1 g Trockensubstanz, 100000 also $\frac{1}{420} - \frac{1}{650}$ g, eine Menge, die bei 15,05 g Gesamttrockensubstanz nicht ins Gewicht fällt, wenngleich die Zusammensetzung dieser Organismen eine wesentlich andere ist (13,2% Eiweiß, 1,3% Fett, 80,5% Kohlehydrate, 5,6% Rohasche).

7. *Mytilus edulis.*

Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden bei sämtlichen Mollusken Schale und Weichkörper getrennt untersucht.

Mytilus-Schalen.

I. Ganz junge Tiere, Schalenlänge 1 cm, Breite ½ cm.
2,1000 g der bei 100° getrockneten Schalen zu 100 ccm gelöst und davon zweimal je 10 ccm oder 0,2100 g verwandt: 0,1061 g und 0,1063 g = 0,1062 g CaO durchschnittlich; dazu gehören 0,0833 g CO_2, zusammen 0,1895 g = **90,24% Ca CO_3**.

II. Ältere Tiere, 3 cm lang, 1½ cm breit (Mytilus V).
1. 0,2260 g —— 0,1153 g CaO, dazu 0,0904 g CO_2 = 0,2057 g = **91,02% Ca CO_3**.
2. Nach Fresenius: 1,9554 g —— 0,7821 g CO_2, dazu 0,9970 g CaO = 1,7791 g = 90,94% Ca CO_3.

III. Alte Tiere, 7,2 cm lang, 3,6 cm breit (Mytilus IV). Je 0,2061 g gaben a) 0,1103, b) 0,1097 g CaO oder durchschnittlich 0,1100 g CaO, dazu 0,0862 g CO_2 = 0,1962 g = **95,24%** Ca CO_3.

Magnesium konnte in allen Fällen (auch in den Schalen der anderen untersuchten Mollusken) ebensowenig gefunden werden wie P_2O_5. Über die organische Grundsubstanz (Conchiolin) siehe hinten.

Mytilus-Weichkörper.

Mytilus I (Januar).

21 Exemplare, Schalengröße 5,8 : 2,4 cm, 26. I. 1911, frisch eingedampft, ebenso wie die übrigen Mytilus aus dem Kieler Hafen, frisch mit Schale 258 g, ohne Schale 134 g; Schalen trocken 80,3 g, Weichkörper getrocknet 15,9 g. Schale : Weichkörper = (frisch) 1,1 : 1, (trocken) 5,1 : 1; im frischen Weichkörper 11,87% Trockensubstanz und **88,13%** Wasser.

Stickstoff. 0,1692 g (b = 760, t = 22°) —— 11,8 ccm = 0,0133 g = **7,86%** N.

Eiweiß. 7,86 · 6,41 = **50,40%** Eiweiß.

Fett. 6,2620 g —— 0,4828 g = **7,71%** Fett.

Kohlehydrate. 0,1285 g —— 0,2050 g CO_2 = 43,51% C und 0,0702 g H_2O = 6,07% H. C für Eiweiß und Fett (26,98 + 5,92) = 32,90%, H (3,51 + 0,93) = 4,44%, Rest also 10,61% C und 1,63% H. C : H = 6,5 : 1. Zu 10,61% C gehören 1,47% H und 11,76% O, zusammen **24,84%** Kohlehydrate.

Asche. 6,2620 g — 0,9299 g = **14,85%** Asche.
1. Wasserlöslich 0,5598 g = **8,94%**.
2. HCl-löslich 0,3519 „ = **5,62** „
3. Unlöslich 0,0182 „ = **0,29** „

Als Seesalz rechne ich die wasserlösliche Asche (weil die Substanz verloren ging, war eine Bestimmung unmöglich). Ab also 8,94 + 0,29 = 9,23%. Ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

8,66% N	55,53% Eiweiß,
	8,49 „ Fett,
	27,31 „ Kohlehydrate,
	6,19 „ Asche
	97,52%.

Mytilus II (April).

18 Exemplare, 5,5 : 2,3 cm, 29. IV. 1911, frisch eingedampft, frisch mit Schale 205 g, ohne Schale 106 g; Schalen trocken 58,2 g, Weichkörper getrocknet 13,1 g. Schale : Weichkörper = (frisch) 1 : 1, (trocken) 4,4 : 1; im frischen Weichkörper 12,36 % Trockensubstanz und **87,64** % Wasser.

Stickstoff. a) 0,2355 g (b = 762, t = 22°) — 19,2 ccm = 0,0217 g = 9,22 % N.
b) 0,1920 g (b = 762, t = 22°) — 15,8 ccm = 0,01786 g = 9,30 % N.

Also durchschnittlich **9,26** % N.

Eiweiß. 9,26 · 6,41 = **59,36** % Eiweiß.

Fett. 4,5194 g — 0,7000 g = **15,49** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,1072 g — 0,1896 g CO_2 = 48,24 % C und 0,0675 g H_2O = 7,00 % H.
b) 0,2020 g — 0,3554 g CO_2 = 47,98 % C und 0,1260 g H_2O = 6,93 % H.

Also 48,24 % C und 6,93 % H. C für Eiweiß und Fett (31,78 + 11,88) = 43,86 %, H (4,19 + 1,87) = 6,06 %, Rest also 4,58 % C und 0,87 % H, C : H = 5,3 : 1. Zu 4,58 % C gehören 0,64 % H und 5,12 % O, zusammen **10,34** % Kohlehydrate.

Asche. 4,5167 g — 0,4669 g = **10,34** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,3318 g = **7,35** %.
2. HCl-löslich 0,1165 „ = **2,58** „
   a) Fe_2O_3 0,0210 „ = **0,26** „
   b) **CaO** 0,0354 „ = **0,78** „
   c) P_2O_5 *α)* 0,2423 g Molybdat = 0,0091 g
   β) 0,0814 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,0519 „
   } 0,0610 g = **1,35** % P_2O_5.
3. Unlöslich 0,0186 „ = **0,41** %.

Seesalz. 0,8190 g zu 100 ccm; 10 ccm — 1,00 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,03545 g = **7,82** % Seesalz. Ab also 7,82 + 0,41 = 8,23 %. Ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

10,09 % N	64,68 % Eiweiß,
	16,88 „ Fett,
	11,27 „ Kohlehydrate,
	2,81 „ Asche (0,28 % Fe_2O_3, 0,85 % CaO, 1,47 % P_2O_5)
	95,64 %.

Verdauungsprobe. Von 2,4300 g (2,2399 g seesalzfrei) wurden 0,6391 g nicht verdaut oder 28,53 %, verdaut also **71,47** % der seesalzfreien Trockensubstanz.

Mytilus III (Juli).

6 Exemplare, 7,5 : 3,7 cm, 4. VII. 1911, frisch eingedampft, Schalen trocken 71,2 g, Weichkörper frisch 89 g, getrocknet 10,52 g. Schale : Weichkörper trocken = 6,77 : 1; im frischen Weichkörper 11,82 % Trockensubstanz und **88,18** % Wasser.

Stickstoff. 0,2395 g (b = 755, t = 23°) — 16,7 ccm = 0,0186 g = **7,76** % N.

Eiweiß. 7,76 · 6,41 = **49,77** % Eiweiß.

Fett. 4,0010 g — 0,3179 g = **7,95** % Fett.

Kohlehydrate. 0,2022 g — 0,3422 g CO_2 = 46,16 % C und 0,1162 g H_2O = 6,38 % H. C für Eiweiß und Fett (26,64 + 6,10) = 32,74 %, H (3,51 + 0,96) = 4,47 %, Rest also 13,42 % C und 1,91 % H, C : H = 7,03 : 1. Zu 13,42 % C gehören 1,86 % H und 14,88 % O, zusammen **30,16** % Kohlehydrate.

Asche. 4,0000 g — 0,3639 g = **9,10** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,1799 g = **4,50** %.
2. HCl-löslich 0,1738 „ = **4,35** „
   P_2O_5 1,2078 g Molybdat = 0,0456 g = **1,14** % P_2O_5.
3. Unlöslich 0,0102 g = **0,25** %.

Seesalz. 1,1282 g zu 100 ccm; 10 ccm —— 0,90 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,0319 g = 2,83 % Cl = 5,11 % Seesalz. Ab also 5,11 + 0,25 = 5,36 %. Ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

8,20 % N	52,59 %	Eiweiß,
	8,40 „	Fett,
	31,87 „	Kohlehydrate,
	4,60 „	Asche (1,20 % P_2O_5)
	97,46 %.	

Mytilus IV (Oktober).

42 Exemplare, 7,2 : 3,6 cm, 22. X. 1902 am Strander Grasberg, lange in Alkohol aufbewahrt (ich verdanke dies Material ebenso wie Asterias und Collozoum Herrn Prof. Dr. Brandt). Weichkörper getrocknet 60,1 g und zwar waren davon 32,1 g nicht gelöst und 28 g „Alkoholextrakt". Schalen trocken 636 g, Schalen : Weichkörper = 10,58 : 1.

Stickstoff. a) 0,3158 g (b = 753, t = 14°) —— 18,9 ccm = 0,02192 g = 6,94 % N.
b) 0,2302 g (b = 755, t = 15°) —— 13,8 ccm = 0,01518 g = **6,94** % N.

Eiweiß. 6,94 · 6,41 = **44,47** % Eiweiß.

Fett. 11,7860 g —— 0,5361 g = **4,55** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,4196 g —— 0,5671 g CO_2 = 36,86 % C und 0,1917 g H_2O = 5,08 % H.
b) 0,3877 g —— 0,5200 g CO_2 = 36,58 % C und 0,1764 g H_2O = 5,09 % H.

Also 36,86 % C und 5,08 % H. C für Eiweiß und Fett (23,81 + 3,49) = 27,30 %, H (3,14 + 0,55) = 3,69 %, Rest also 9,56 % C und 1,39 % H, C : H = 6,88 : 1. Zu 9,56 % C gehören 1,33 % H und 10,64 % O, zusammen **21,53** % Kohlehydrate.

Asche. 11,7849 g —— 3,3280 g = **28,24** % Asche.

1. Wasserlöslich	2,8107 g =	**23,85** %.
2. HCl-löslich	0,4692 „ =	**3,98** „
a) Fe_2O_3	0,0329 „ =	**0,28** „
b) CaO	0,1808 „ =	**1,57** „
c) P_2O_5	*α)* 0,3888 g Molybdat = 0,0146 g *β)* 3,1130 „ „ = 0,1169 „	} 0,1315 g = **1,12** % P_2O_5.
3. Unlöslich	0,0481 g =	**0,41** %.

Seesalz. 2,4185 g zu 250 ccm; 25 ccm —— 9,25 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,3279 g Cl = 13,56 % Cl = **24,49** % Seesalz. Ab also 24,49 + 0,41 = 24,90 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

9,26 % N	59,22 %	Eiweiß,
	6,06 „	Fett,
	28,67 „	Kohlehydrate,
	5,30 „	Asche (0,37 % Fe_2O_3, 2,09 % CaO, 1,49 % P_2O_5)
	99,58 %.	

Verdauungsprobe. 3,9077 g (2,9620 g seesalzfrei) hinterließen 0,9198 g unverdaut oder 31,05 %, verdaut also **68,95** % der seesalzfreien Trockensubstanz.

Mytilus V (Dezember).

30 Exemplare, 3 : 1,5 cm, 1. XII. 1910, frisch eingedampft, Schalen trocken 33 g, Weichkörper frisch 86 g, getrocknet 8,35 g; also 9,71 % Trockensubstanz und **90,29** % Wasser im frischen Weichkörper. Schalen : Weichkörper = 3,9 : 1.

Stickstoff. 0,1567 g (b = 762, t = 21°) —— 10,6 ccm = 0,012 g = **7,68** % N.

Eiweiß. 7,68 · 6,41 = **49,25** % Eiweiß.

Fett. 3,5256 g —— 0,3508 g = **9,95** % Fett.

Kohlehydrate. 0,1520 g —— 0,2587 g CO_2 = 46,24 % C und 0,0883 g H_2O = 6,45 % H. C für Eiweiß und Fett (26,37 + 7,64) = 34,01 %, H (3,48 + 1,20) = 4,68 %, Rest also 12,23 % C und 1,77 % H, C : H = 6,9 : 1. Zu 12,23 % C gehören 1,70 % H und 14,56 % O, zusammen **27,53** % Kohlehydrate.

Asche. 3,5162 g —— 0,3804 g = **10,82** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,1874 g = **5,33** %.
2. HCl-löslich 0,1748 „ = **4,97** „
3. Unlöslich 0,0182 „ = **0,52** „

Seesalz. Das Wasserlösliche als Seesalz gerechnet. Also ab 5,33 + 0,52 = 5,85 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

8,16 % N	52,31 % Eiweiß,
	10,57 „ Fett,
	29,25 „ Kohlehydrate,
	5,28 „ Asche
	97,41 %.

8. Mya arenaria.

10 Exemplare, 6,2 : 3,6 cm, 21. IV. 1911 bei Husum, in Alkohol konserviert, frisch mit Schale 208 g, ohne Schale 92 g, Schalen trocken 67,5 g, Weichkörper getrocknet 12,53 g. Im frischen Weichkörper also 13,62 % Trockensubstanz und **86,38** % Wasser. Schalen : Weichkörper = 5,4 : 1.

Schale.

0,2970 g —— a) 0,1630 g, b) 0,1636 g CaO, durchschnittlich 0,1633 g CaO oder 0,2914 g = **98,11** % $CaCO_3$.

Weichkörper.

Stickstoff. a) 0,1643 g (b = 762, t = 22°) —— 12,6 ccm = 0,0142 g = 8,67 % N.
b) 0,2542 g (b = 760, t = 21°) —— 19,8 ccm = 0,0224 g = 8,82 % N.

Durchnittlich also **8,75** % N.

Eiweiß. 8,75 · 6,41 = **56,09** % Eiweiß.

Fett. 6,7666 g —— 0,2088 g = **3,09** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,3153 g —— 0,4160 g CO_2 = 35,98 % C und 0,1418 g H_2O = 5,01 % H.
b) 0,2020 g —— 0,2682 g CO_2 = 36,21 % C und 0,1010 g H_2O = 5,00 % H.

Also 36,21 % C und 5,00 % H. C für Eiweiß und Fett (30,03 + 2,37) = 32,40 %, H (3,96 + 0,37) = 4,33 %, Rest 3,81 % C und 0,67 % H, C : H = 5,7 : 1. Zu 3,81 % C gehören 0,53 % H und 4,24 % O, zusammen **8,58** % Kohlehydrate.

Asche. 6,7582 g —— 1,9840 g = **29,36** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,5744 g = **8,50** %.
2. HCl-löslich 0,4293 „ = **6,35** „
   a) **Fe_2O_3** 0,0877 „ = **1,30** „
   b) **CaO** 0,0898 „ = **1,33** „
   c) **P_2O_5** *α)* 2,1012 g Molybdat = 0,0789 g } 0,1305 g = **1,93** % P_2O_5.
   β) 0,0809 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,0516 „ }
3. Unlöslich 0,9803 g = **14,51** %.

Seesalz. 1,1370 g zu 250 ccm; 50 ccm —— 4,00 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,0709 g = 6,24 % Cl = **11,26** % Seesalz. (Es war versehentlich viel zu lange verascht, daher der große Verlust an Chloriden im wasserlöslichen Teil der Asche.) Ab also 25,77 %, ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

11,79 % N	75,56 % Eiweiß,
	4,16 „ Fett,
	11,56 „ Kohlehydrate,
	8,56 „ Asche (1,75 % Fe_2O_3, 1,79 % CaO, 2,59 % P_2O_5)
	99,84 %.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY WOODS HOLE MASS.

9. Litorina litorea.

120 Exemplare, 1,4 cm lang längs der Kolumella, 27. XII. 1910 bei Husum, in Alkohol konserviert; frisch mit Schale 225 g, ohne Schale 54 g, getrocknet Schalen 161 g, Weichteile 13,63 g. Schalen zu Weichkörper frisch = 3,17 : 1, trocken = 11,8 : 1; im frischen Weichkörper 25,24 % Trockensubstanz und **74,76** % Wasser.

Schale.

1. 0,2118 g — 0,1147 g CaO oder 0,2047 g = 96,65 % $CaCO_3$.
2. Nach Fresenius. 1,1178 g — 0,4749 g CO_2 oder 1,0803 g = **96,65** % $CaCO_3$.

Weichkörper.

Stickstoff. a) 0,1926 (b = 756, t = 15°) — 13,9 ccm = 0,016113 g = 8,37 % N.
b) 0,2024 g (b = 756, t = 15°) — 14,7 ccm = 0,01704 g = 8,42 % N, durchschnittlich also **8,40** % N.

Eiweiß. 8,40 · 6,41 = **53,85** % Eiweiß.

Fett. 5,4514 g — 0,3965 g = **7,27** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2335 g — 0,3716 g CO_2 = 43,40 % C und 0,1330 g H_2O = 6,34 % H.
b) 0,1997 g — 0,3193 g CO_2 = 43,61 % C und 0,1090 g H_2O = 6,06 % H; also 43,61 % C und 6,06 % H. C für Eiweiß und Fett (28,83 + 5,58) = 34,41 %, H (3,80 + 0,88) = 4,68 %; Rest 9,20 % C und 1,38 % H, C : H = 6,7 : 1. Zu 9,20 % C gehören 1,28 % H und 10,24 % O, zusammen **20,72** % Kohlehydrate.

Asche. 5,4039 g — 0,7991 g = **14,80** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,2509 g = **4,64** %.
2. HCl-löslich 0,4315 „ = **7,99** „
   a) Fe_2O_3 0,0150 „ = **0,28** „
   b) **CaO** 0,1838 „ = **3,40** „
   c) P_2O_5 *α)* 0,2131 g Molybdat = 0,0080 g
   β) 0,0940 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,0600 „
   } 0,0680 g = **1,26** % P_2O_5.
3. Unlöslich 0,1173 g = **2,17** %.

Seesalz. 1,9710 g zu 250 ccm; 25 ccm — 1,45 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,0514 g Cl = **4,72** % Seesalz. Ab also 4,72 + 2,17 = 6,89 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

9,02 % N	57,84 % Eiweiß,
	7,81 „ Fett,
	22,25 „ Kohlehydrate,
	8,58 „ Asche (0,30 % Fe_2O_3, 3,65 % CaO, 1,35 % P_2O_5)
	96,48 %.

Verdauungsprobe. Von 2,2127 g (2,1083 g seesalzfrei) blieben 0,5820 g unverdaut = 27,61 %, verdaut also **72,39** % der seesalzfreien Trockensubstanz.

10. Asterias rubens.

7 Exemplare vom Durchmesser 4,5 cm, 82 3 cm, 586 2 cm, 100 1,5 cm, gemessen als Durchmesser eines um die Spitzen der Arme gelegten Kreises, 22. X. 1902, Strander Grasberg, lange in Alkohol aufgehoben, getrocknet 47,1 g.

Stickstoff. a) 0,2286 g (b = 762, t = 15°) — 10,1 ccm = 0,0118 g = 5,16 % N.
b) 0,2272 g (b = 764, t = 15°) — 9,6 ccm = 0,01125 g = 4,95 % N, durchschnittlich **5,06** % N.

Eiweiß. 5,06 · 6,41 = **32,44** % Eiweiß.

Fett. 10,4680 g — 0,5550 g = **5,30** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2929 g — 0,2706 g CO_2 = 25,20 % C und 0,0999 g H_2O = 3,79 % H.
b) 0,3028 g — 0,2744 g CO_2 = 24,98 % C und 0,0973 g H_2O = 3,57 % H; also 25,20 % C und 3,57 % H. C für Eiweiß und Fett (17,36 + 4,07) = 21,43 %, H (2,29 + 0,64) = 2,93 %, Rest 3,77 % C und 0,64 % H, C : H = 5,9 : 1. Zu 3,77 % C gehören 0,52 % H und 4,16 % O, zusammen **8,45** % Kohlehydrate.

Asche. 10,4569 g — 5,3128 g = **50,81** % Asche.
1. Wasserlöslich 0,6788 g = **6,49** %.
2. HCl-löslich 4,6026 „ = **44,02** „
a) Fe_2O_3 0,0282 „ = **0,27** „
b) **CaO** 2,5200 „ = **24,10** „
c) P_2O_5 *α)* 0,2423 g Molybdat = 0,0091 g
β) 2,4107 g „ = 0,0904 „
} 0,0995 g = **0,95** % P_2O_5.
3. Unlöslich 0,0314 g = **0,30** %.

Seesalz. 4,1172 g zu 250 ccm, 25 ccm — 4,45 ccm $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,15775 g = 3,83 % Cl — **6,92** % Seesalz. Ab also 6,92 + 0,30 = 7,22 %, ich erhalte auf reduzierte Trockensubstanz:

5,45 % N	34,96 %	Eiweiß,
	5,71 „	Fett,
	9,11 „	Kohlehydrate,
	47,44 „	Asche (0,29 % Fe_2O_3, 25,98 % CaO, 1,02 % P_2O_5)
	97,22 %.	

Verdauungsprobe. 4,2561 g (3,9616 g seesalzfrei) hinterlassen 2,5655 g unverdaut = 64,76 %, verdaut also **35,24** % der seesalzfreien Trockensubstanz.

11. Nereïs diversicolor.

65 Exemplare, 6,2 cm lang, 20. VI. 1911, Friedrichsort auf Seegraswiese, keine epitoke Form; frisch 15,2 g, getrocknet 1,1 g; also 27,63 % Trockensubstanz und **72,73** % Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. 0,1596 g (b = 767, t = 27°) — 13,8 ccm = 0,0153 g = **9,59** % N.

Eiweiß. 9,59 · 6,41 = **61,44** % Eiweiß.

Fett. 0,6668 g — 0,1011 g = **15,16** % Fett.

Kohlehydrate. 0,1139 g — 0,2171 g CO_2 = 51,98 % C und 0,0760 g H_2O = 7,41 % H. C für Eiweiß und Fett (32,89 + 11,63) = 44,52 %, H (4,34 + 1,84) = 6,18 % H, Rest 7,46 % C und 1,23 % H, C : H = 6,1 : 1. Zu 7,46 % C gehören 1,04 % H und 8,32 % O, zusammen **16,82** % Kohlehydrate (hierin ist auch etwas Chitin enthalten, das aus Mangel an Material nicht bestimmt werden konnte, jedenfalls aber sehr wenig ist, zu wenig, um die Werte beeinflussen zu können).

Asche. 0,6660 g — 0,0452 g = **6,79** % Asche.
1. Wasserlöslich 0,0348 g = **5,23** %.
2. HCl-löslich 0,0104 „ = **1,57** „
3. Unlöslich. Nicht wägbar.

Seesalz. Als Seesalz rechne ich den wasserlöslichen Teil und erhalte auf reduzierte Trockensubstanz:

10,20 % N	64,83 %	Eiweiß,
	16,00 „	Fett,
	17,75 „	Kohlehydrate,
	1,66 „	Asche
	100,24 %.	

12. Arenicola marina.

12 Exemplare, 8,8 cm lang, 25. IV. 1911, bei Husum, frisch 20 g, getrocknet 4,1 g; also 20,5 % Trockensubstanz und **79,50** % Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. a) 0,3430 g (b = 758, t = 23°) — 14,6 ccm = 0,0163 g = 4,76 % N.
b) 0,2829 g (b = 758, t = 24°) — 12,5 ccm = 0,0139 g = 4,92 % N. Durchschnittlich **4,84** % N.

Eiweiß. 4,84 · 6,41 = **31,03** % Eiweiß.

Fett. 2,8973 g — 0,1242 g = **4,29** % Fett.

Kohlehydrate. 0,2751 g —— 0,2428 g CO_2 = 24,07 % C und 0,0828 % H_2O = 3,34 % H. C für Eiweiß und Fett (16,19 + 3,29) = 19,48 %, H (2,14 + 0,52) = 2,66 %; Rest 4,59 % C und 0,68 % H, C : H = 6,8 : 1. Zu 4,59 % C gehören 0,59 % H und 4,72 % O, zusammen **9,58** % Kohlehydrate.

Asche. 2,8951 g —— 1,5197 g = **52,49** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,1604 g = **5,54** %.
2. HCl-löslich 0,0741 „ = **2,56** „
   a) **Fe_2O_3** 0,0126 „ = **0,44** „
   b) **CaO** 0,0138 „ = **0,48** „
   c) **P_2O_5** *α)* 0,2583 g Molybdat = 0,0097 g
   β) 0,0233 „ $Mg_2P_2O_7$ = 0,0149 „
   } 0,0246 g = **0,85** % P_2O_5.
3. Unlöslich 1,2852 g = **44,39** %.

Seesalz. Als Seesalz rechne ich den wasserlöslichen Teil und habe also 5,54 + 44,39 = 49,93 % abzuziehen; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

9,67 % N	61,97 % Eiweiß,
	8,56 „ Fett,
	19,13 „ Kohlehydrate,
	5,11 „ Asche (0,89 % Fe_2O_3, 0,96 % CaO, 1,70 % P_2O_5)
	94,77 %.

13. Pennatula spec.

86 Exemplare, 7,8 cm lang, Mai 1911 bei Stavanger, in Alkohol konserviert, getrocknet 35,5 g.

Stickstoff. a) 0,2264 g (b = 762, t = 20°) —— 11,5 ccm = 0,01312 g = 5,80 % N.
b) 0,2067 g (b = 762, t = 21°) —— 10,4 ccm = 0,0118 g = 5,72 % N. Durchschnittlich **5,76** % N.

Eiweiß. 5,76 · 6,41 = **36,92** % Eiweiß.

Fett. 5,5765 g —— 0,2962 g = **5,31** % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2560 g —— 0,2370 g CO_2 = 25,25 % C und 0,0801 g H_2O = 3,48 % H.
b) 0,1627 g —— 0,1498 g CO_2 = 25,11 % C und 0,0513 g H_2O = 3,50 % H.
Also 25,25 % C und 3,48 % H. C für Eiweiß und Fett (19,77 + 4,07) = 23,84 %, H (2,61 + 0,65) = 3,26 % H; Rest 1,41 % C und 0,22 % H, C : H = 6,4 : 1. Zu 1,41 % C gehören 0,20 % H und 1,60 % O, zusammen 3,21 % Kohlehydrate.

Asche 5,5765 g —— 2,8862 g = **51,76** % Asche.

1. Wasserlöslich 0,2450 g = **4,39** %.
2. HCl-löslich 2,5839 „ = **46,34** „
   a) **Fe_2O_3** 0,0246 „ = **0,44** „
   b) **CaO** 1,3750 „ = **24,66** „
   c) **P_2O_5** *α)* 0,5140 g Molybdat = 0,0193 g
   β) 1,1174 „ „ = 0,0525 „
   } 0,0718 g = **1,29** %.
3. Unlöslich 0,0573 = **1,03** %.

Seesalz. 1,0202 g zu 100 ccm; 10 ccm —— 0,75 % $\frac{1}{10}$ n $AgNO_3$ = 0,02659 g = 2,61 % Cl = **4,71** % Seesalz. Ab also 4,71 + 1,03 = 5,74 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

6,11 % N	39,17 % Eiweiß,
	5,63 „ Fett,
	3,41 „ Kohlehydrate,
	49,16 „ Asche (0,47 % Fe_2O_3, 26,16 % CaO, 1,37 % P_2O_5)
	97,37 %.

Verdauungsprobe. 6,5753 g (6,2656 g seesalzfrei) hinterlassen 4,5418 g unverdaut = 72,81 %, verdaut also **27,19** % der seesalzfreien Trockensubstanz.

14. Collozoum inerme.

10750 Kolonien, Oktober 1879 Neapel, in lebendem Zustande in reinen Alkohol gebracht und seitdem aufbewahrt, getrocknet 47,7 g.

Da die Trockensubstanz 86,50 % Seesalz enthielt, war eine Elementaranalyse unmöglich.

Stickstoff. 0,3320 g (b = 736, t = 15°) 1,7 ccm = 0,00644 g = 0,58 % N, auf seesalzfreie Trockensubstanz **4,28** % N.

Eiweiß. 4,28 · 6,41 = **27,44** % Eiweiß.

Fett. 12,3400 g — 0,0326 g = 0,26 % Fett, auf seesalzfreie Trockensubstanz **1,96** % Fett.

Asche. Auf 2,8370 g 0,0363 g wasserunlösliche Asche = 1,28 % (**9,92** %).

Kohlehydrate als Differenz von 100 % berechnet: **60,68** %.

I. Tabelle der untersuchten Tiere nach Zahl, Größe, Gewicht usw.

	Zahl der Tiere	Zeit und Ort des Fanges	Durchschnittliche Größe	Gesamtgewicht der lebenden Tiere		Gewicht der Trockensubstanz		Jedes einzelne Tier dieser Größe liefert g Trockensubstanz	
1. Carcinus	6	21. IV. 1911 Husum	5 cm breit über Cephalothorax	112,4		31,70		5,28	
2. Crangon	250	24. VIII. 1910 Husum	5,6 cm gestreckt	401		97,10		0,39	
3. Mysis	6790	VI. 1911 Geestemünder Hafen	1,2 „ „	—		5,12		0,00075	
4. Gammarus	500	10. XII. 1910 Kieler Hafen	2,3 „ „	39		6,45		0,0129	
5. Glyptonotus	31	V. 1911 Danziger Bucht	v. 7,2—4,4 cm	92		18,10		—	
6. Anomalocera	74100	VI. 1911 Stavanger	ca. 0,2 cm	—		15,05		0,0002	
7. Mytilus I (Januar) . .	21	21. I. 1911 Kieler Hafen	Schalengröße 5,8 : 2,4 cm	258	134	80,3	15,9	4,58	0,75
8. Mytilus II (April) . .	18	29. IV. 1911 Kieler Hafen	5,5 : 2,3 „	205	106	58,2	13,1	3,97	0,73
9. Mytilus III (Juli). . .	6	4. VII 1911 Kieler Hafen	7,5 : 3,7 „	—	89	71,2	10,52	13,62	1,75
10. Mytilus IV (Oktober) .	42	22. X. 1902 Strander Grasberg	7,2 : 3,6 „	—	—	636	60,1	16,57	1,43
11. Mytilus V (Dezemb.) .	30	1. XII. 1910 Kieler Hafen	3 : 1,5 „	—	86	33	8,35	1,38	0.28
12. Mya	10	21. IV. 1911 Husum	6,2 : 3,6 „	208	92	67,5	12,53	8,00	1,25
13. Litorina	120	27. XII. 1910 Husum	1,4 cm längs Columella	225	54	161	13,63	1,46	0,114
14. Asterias	775	22. X. 1902 Strander Grasberg	4,5—1,5 cm Durchmesser des Kreises um Armspitzen	—		47,1		—	
15. Nereïs	65	20. VI. 1911 Friedrichsort	6,2 cm	15,2		1,1		0,0169	
16. Arenicola	12	25. IV. 1911 Husum	8,8 „	20		4,1		0,34	
17. Pennatula	86	V. 1911 Stavanger	7,8 „	—		35,5		0,41	
18. Collozoum	10750 Kolonien	X. 1879 Neapel	—	—		47,7		0,0044	

Für die Mollusken gilt die linke Seite der Rubrik des Lebendgewichtes für Schale + Weichkörper, die rechte nur für Weichkörper, die linke unter Trockensubstanzgewicht nur für Schale, die rechte nur für Weichkörper, die linke unter Trockensubstanzgewicht des Einzeltieres für Gesamttrockensubstanz (Schale + Weichkörper), die rechte nur für Weichkörper.

II. Tabelle der Analysenresultate.

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohle-hydrate	Roh-asche	Seesalz	Fe_2O_3	CaO	P_2O_5	SiO_2	H_2O
1. Carcinus	5,95	7,73	35,19	2,39	6,45	45,51	4,98	0,96	18,73	2,69	1,81	71,80
2. Crangon	10,74	5,46	66,67	3,61	fehlend	24,08	4,45	0,38	8,85	2,33	1,16	75,78
3. Mysis	11,37	5,39	70,83	3,20	2,56	16,90	3,72	0,48	5,49	2,00	0,44	—
4. Gammarus	8,94	7,55	54,42	7,81	0,63	27,91	7,13	0,36	10,20	1,79	0,79	83,46
5. Glyptonotus	6,92	13,08	39,30	3,11	6,65	34,16	8,02	0,78	12,55	1,68	0,82	80,33
6. Anomalocera	10,18	4,94	63,33	5,05	5,82	16,76	11,95	0,26	1,82	2,07	—	—
Nur Weichkörper												
7. Mytilus I (Januar)	7,86	—	50,40	7,71	24,84	14,85	8,94	—	—	—	0,29	88,13
8. Mytilus II (April)	9,26	—	59,36	15,49	10,34	10,34	7,82	0,26	0,78	1,35	0,41	87,64
9. Mytilus III (Juli)	7,76	—	49,77	7,95	30,16	9,10	5,11	—	—	1,14	0,25	88,18
10. Mytilus IV (Oktober)	6,94	—	44,47	4,55	21,53	28,24	24,49	0,28	1,57	1,12	0,41	—
11. Mytilus V (Dezemb.)	7,68	—	49,25	9,95	27,53	10,82	5,33	—	—	—	0,52	90,29
12. Mya	8,75	—	56,09	3,09	8,58	29,36	11,79	1,30	1,33	1,93	14,51	86,38
13. Litorina	8,40	—	53,85	7,27	20,72	14,80	4,72	0,28	3,40	1,26	2,17	74,76
14. Asterias	5,06	—	32,44	5,30	8,45	50,81	6,92	0,27	24,10	0,95	0,30	—
15. Nereïs	9,59	—	61,44	15,16	16,82	6,79	5,23	—	—	—	—	72,37
16. Arenicola	4,84	—	31,03	4,29	9,58	52,49	5,54	0,44	0,48	0,85	44,39	79,50
17. Pennatula	5,76	—	36,92	5,31	3,21	51,76	4,71	0,44	24,66	1,29	1,03	—

Schalen	$CaCO_3$	g-Schale zu Weichkörper (trocken)
Mytilus, jung (1 cm)	90,24	—
Mytilus, älter (M. V)	91,02	3,9 : 1 4,4 : 1
Mytilus, alt (M. IV)	95,24	10,58 : 1 6,77 : 1
Mya	98,11	5,4 : 1
Litorina	96 65	11,8 : 1

Aus praktischen Rücksichten wurden bei Mollusken Weichkörper und Schale getrennt untersucht, in allen anderen Fällen handelt es sich aber um die gesamten Tierkörper. Die Werte der Tabelle II sind die direkt aus der Trockensubstanz festgestellten Analysenresultate und, da diese noch wechselnde Mengen von Seesalz und Sand u. dergl. enthält, noch ungleichmäßig und unvergleichbar (die Zahlen für Wassergehalt beziehen sich natürlich auf den frischen Tierkörper). Einheitlich und vergleichbar werden erst die Werte nach Abzug dieser labilen Faktoren, Seesalz und Kieselsäure, siehe dafür Tabelle III der reduzierten Werte. — In Molluskenschalen ist $CaCO_3$ der einzige anorganische Bestandteil und daher nur dieser bestimmt.

III. Tabelle der reduzierten Werte.

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Asche	Fe_2O_3	CaO	P_2O_5	Verdaubar
1. Carcinus	6,38	8,29	37,75	2,56	6,92	41,91	1,03	20,09	2,89	—
2. Crangon	11,38	5,78	70,63	3,83	fehlend	19,71	0,40	9,38	2,47	62,04
3. Mysis	11,86	5,62	73,91	3,34	2,67	13,55	0,50	5,73	2,09	—
4. Gammarus	9,71	8,20	59,10	8,48	0,68	21,69	0,39	11,08	1,94	53,97
5. Glyptonotus	7,59	14,35	43,11	3,41	7,30	27,87	0,86	13,77	1,84	—
6. Anomalocera	11,55	5,61	71,88	5,73	6,61	6,61	0,30	2,07	2,35	—
7. Mytilus I (Januar) (Nur Weichkörper)	8,66	—	55,53	8,49	27,31	6,19	—	—	—	—
8. Mytilus II (April) (Nur Weichkörper)	10,09	—	64,68	16,88	11,27 [8,19]	2,81	0,28	0,85	1,47	71,47
9. Mytilus III (Juli) (Nur Weichkörper)	8,20	—	52,59	8,40	31,87 [27,89]	4,60	—		1,20	—
10. Mytilus IV (Oktober) (Nur Weichkörper)	9,26	—	59,22	6,06	28,67	5,30	0,37	2,09	1,49	68,95
11. Mytilus V (Dezemb.) (Nur Weichkörper)	8,16	—	52,31	10,57	29,25 [24,82]	5,28	—		—	
12. Mya (Nur Weichkörper)	11,79	—	75,56	4,16	11,56	8,56	1,75	1,79	2,59	—
13. Litorina (Nur Weichkörper)	9,02	—	57,84	7,81	22,25 [6,00]	8,58	0,30	3,65	1,35	72,39
14. Asterias	5,45	—	34,96	5,71	9,11	47,44	0,29	25,98	1,02	35,24
15. Nereïs	10,12	—	64,83	16,00	17,75	1,66	—	—	—	—
16. Arenicola	9,67	—	61,97	8,56	19,13	5,11	0,89	0,96	1,70	—
17. Pennatula	6,11	—	39,17	5,63	3,41	49,16	0,47	26,16	1,37	27,19
18. Collozoum	4,28	—	27,44	1,96	60,68	9,92	—	—	—	—

Die eingeklammerten Zahlen unter den Kohlehydratwerten geben die gefundenen Glykogenmengen an. Sämtliche Werte beziehen sich auf die Trockensubstanz nach Abzug von Seesalz und SiO_2, außer den Werten für Glykogen und Verdaubarkeit, und bei Collozoum, wo ebenfalls nur das Seesalz abgezogen wurde.

IV. Tabelle der Molluskenanalysen auf (Schale + Weichkörper) bezogen.

	Rohasche	Organische Substanz	Eiweiß + Conchiolin	Fett	Kohlehydrate	Seesalz
Mytilus IV	89,35	10,65	8,18 (3,84 / 4,34)	0,39	1,86	2,11
Mytilus V	74,83	25,17	17,12 (9,95 / 7,17)	2,01	5,56	1,08
Mya	87,35	12,65	10,37 (8,78 / 1,59)	0,48	1,34	1,85
Litorina	90,27	9,73	7,29 (4,20 / 3,09)	0,57	1,62	0,37

Da ich es leider unterlassen hatte, die Menge der organischen Substanz in den Molluskenschalen festzustellen, so kann ich keine absolut sicheren Werte für die Zusammensetzung der Gesamttrockensubstanz (Schale + Weichkörper) der Mollusken angeben, weil ich eben nicht weiß, ob ich wirklich den gesamten Rest, der nach Abzug der $CaCO_3$-Menge von 100 % bleibt, als organische Substanz (Conchiolin) ansprechen darf. Wenn ich aber dies voraussetze, so kann ich obenstehende Tabelle der Analysenresultate für Gesamttrockensubstanz zusammenstellen. Da ich von Mytilus I, II, III die Schalen nicht untersucht habe, der Aschengehalt derselben aber sehr mit der Größe wechselt, so konnte ich sie nicht mit in die Berechnung hineinziehen. Man sieht leicht bei Vergleichung dieser Tabelle mit den entsprechenden Werten in Tabelle II, wie sehr die Gleichmäßigkeit und Vergleichbarkeit der Analysenresultate durch die Verschiedenheit der Menge und des Aschengehaltes der Schalensubstanz beeinträchtigt wird.

Über Conchiolin, Glykogen und Fettbestimmungsmethode.

1. Conchiolin.

Über das Conchiolin, wie Frémy die organische Grundsubstanz der Muschelschalen genannt hat, existieren recht zahlreiche Untersuchungen von Frémy, C. Schmidt, Schloßberger, C. Voit, Krukenberg, Engel und Wetzel. [Ausführliche Darstellung aller dieser Arbeiten findet man bei Reichardt, Über Cutikular- und Gerüstsubstanzen bei wirbellosen Tieren (Diss. Heidelberg 1902) oder bei O. v. Fürth, Vergl. chem. Physiologie der niederen Tiere.] Nachdem man es zuerst für Chitin gehalten hatte (Kost), stellte Schloßberger einen Stickstoffgehalt von über 16% fest, so daß man es wohl unter die Eiweißkörper rechnen mußte. Während Voit Rotfärbung mit Millons Reagens fand, stellt das Krukenberg wieder in Abrede (bejaht aber das Vorkommen von Leucin), vielleicht weil er einen anderen Stoff untersuchte, die Eischalen von Murex, die er wohl mit Unrecht für reinstes Conchiolin hielt und dadurch die Frage unnötig komplizierte; er stellte sogar eine Formel des Conchiolins auf: $C_{30} H_{48} N_9 O_{11}$ (Liebig u. Kopp, Jahresbericht f. Chemie u. verwandte Gebiete 1885, pag. 1830). Dieselben Angaben wie Krukenberg machen die Lehrbücher der physiolog. Chemie von Hamarsten und Neumeister und das Handbuch von Hoppe-Seyler, während Engel wieder den Befund Voits (also Tyrosin) bestätigt. Gautier (Leçons de la chimie biologique, Paris 1897) gibt auch Glykokoll unter den Spaltungsprodukten an, während die übrigen Lehrbücher nur Leucin erwähnen; auch macht Gautier als erster auf das Vorhandensein von Schwefel aufmerksam, obwohl keine Schwärzung alkalischer Bleilösung stattfindet. Die umfassendsten Untersuchungen über die Spaltungsprodukte machte dann in letzter Zeit Wetzel [G. Wetzel, Die organische Substanz der Schalen von Mytilus und Pinna (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900) und Die Spaltungsprodukte des Conchiolins (Centralblatt f. Physiologie 1899)] und stellte endgültig als Spaltungsprodukte Tyrosin, Leucin und Glykokoll fest (positive Millonsche, Xanthoprotein- und Biuretreaktion).

Ähnlich widersprechend wie über die Spaltungsprodukte lauten die Angaben der Literatur über die elementare Zusammensetzung des Conchiolins: nach Kost 6,3% N, nach Schmidt 15—15,5%, nach Frémy 17,4%, nach Wetzel 16,4% N; letzterer stellte auch den Schwefelgehalt quantitativ fest mit 0,65%; das Vorhandensein von Schwefel war bis dahin bis auf die Angabe Gautiers überhaupt geleugnet. Nach ihm ist das Conchiolin folgendermaßen zusammengesetzt: 52,3% C, 7,6% H, 16,4% N, 0,65% S, nach Frémy: 50,0% C, 5,9% H, 17,4% N. Meine Untersuchungen über die elementare Zusammensetzung des Conchiolins haben nun wiederum davon total abweichende Resultate ergeben.

Die verwandte Substanz gewann ich auf folgende Weise: ich entkalkte Mylilusschalen mit verdünnter Salzsäure, bis das Zubodensinken der Häute das Aufhören der Kohlensäureentwicklung anzeigte, wusch, behandelte mit ca. 5% Kalilauge, wusch mit Wasser, Alkohol und Äther. Ich konnte zwei in ihrem Verhalten gegen Kalilauge verschiedene Schichten der organischen Grundsubstanz unterscheiden, einmal die braune äußere Schicht, zweitens die aus der Prismen- und Perlmutterschicht stammenden weißen Häute; diese lösten sich relativ leicht, jene kaum. Ich stellte mir also 3 verschiedene Substanzen her: 1. bis zum Verschwinden der weißen Häute behandelt, 2. bis zum Durchscheinendwerden derselben, 3. diese völlig erhalten. Alle 3 Substanzen hatten denselben N- und S-Gehalt, so daß eine wesentliche Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung doch wohl nicht anzunehmen ist. Nach Wetzel (Wetzel, Die org. Substanz) besteht der Unterschied auch nur im Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt (52,87 u. 51,10% C und 6,54 u. 5,97% H).

1. Stickstoff. a) 0,1035 g (b = 768, t = 15°) —— 11,3 ccm = 0,01332 g = 12,86% N.
   b) 0,0920 g (b = 773, t = 12°) —— 10,0 ccm = 0,01202 g = 13,07% N.
   Schwefel. Die Substanz wurde bis zur klaren Schmelze im Platintiegel mit Soda + Kaliumchlorat geschmolzen, die Schmelze in HCl gelöst und H_2SO_4 in der Siedehitze mit 20% $BaCl_2$ gefällt.
   a) 0,1770 g —— 0,0216 g $BaSO_4$ = 1,68% S; b) 0,1705 g —— 0,0203 g $BaSO_4$ = 1,64% S.
2. Stickstoff. 0,1259 g (b = 760, t = 20°) —— 14,5 ccm = 0,0165 g = 13,11% N.
   C und H. 0,0908 g —— 0,1725 g CO_2 = 51,81% C und 0,0577 g H_2O = 7,05% H.
   Schwefel. 0,5376 g —— 0,0579 g $BaSO_4$ = 1,48% S.
3. Stickstoff. 0,1795 g (b = 766, t = 23°) —— 20,8 ccm = 0,0235 g = 13,10% N.

Die verwandten Substanzen waren aschefrei, resp. wurde bei 3. 4,3 % Asche bereits abgezogen. Endlich untersuchte ich noch die Opercula von Litorina, die ich für recht reines Conchiolin hielt, und fand ziemlich übereinstimmende Resultate (die Opercula enthielten 0,4 % Asche):

Stickstoff. 0,0950 g (b = 768, t = 13°) —— 9,3 ccm = 0,0111 g = 11,69 % N.

Schwefel. 0,1719 g —— 0,0135 g $BaSO_4$ = 1,08 % S.

Während die von mir gefundenen Werte für C und H leidlich mit denen Wetzels übereinstimmen, weichen die für N und S ganz beträchtlich von den von ihm wie von den früheren gefundenen ab. Eine Zahl, die sich meinen nähert, finde ich nur bei Schloßberger (Chemie der Gewebe), der für Byssus, die ja vielleicht mit dem Conchiolin verwandt sein mag, einen N-Gehalt von 13,5—13,9 %, bei mit KOH behandeltem von 12,2—12,6 % angibt. Auch eine Kombinierung der Resultate von Sempolowsky und der von Frémy über Ostreaschalen (siehe S. 76) würde den von mir gefundenen Wert bestätigen. Unter der Annahme nämlich, daß die gesamte organische Substanz Conchiolin wäre, würde unter Benutzung meines Wertes von 13,10 % N für Conchiolin dem von Sempolowsky erhaltenen Wert 0,46 % N 3,51 % organische Substanz in den Schalen entsprechen. Frémy hatte 3,48 % gefunden. Wie ich mir aber die Verschiedenheit meiner Resultate von denen Wetzels und anderer erklären soll, weiß ich nicht; nach meinen Analysen besitzt das Conchiolin keine Übereinstimmung in seiner Zusammensetzung mit der normalen des Eiweißes, sondern hiernach enthält das **Conchiolin 51,81 % C, 7,5 % H, 13,10 % N, 26,48 % O** und **1,56 % S.** Auf jeden Fall sind die Akten über diesen seltsamen Körper, wenn es sich überhaupt um einen einheitlichen Körper handelt, noch nicht geschlossen.

2. Glykogen.

Über das Glykogen und seine Bestimmungsmethoden existiert eine so riesige Literatur, daß schon die Erwähnung der wichtigsten Arbeiten als den Rahmen dieses Kapitels überschreitend unterbleiben muß. Dagegen sind quantitative Glykogenbestimmungen bei Mollusken so wenig gemacht, daß ich es für lohnend hielt, gleichzeitig zur Kontrolle meiner Kohlenstoffwasserstoffberechnungen einige für Mytilus und eine für Litorina zu machen.

Was die von mir gewählte Methode anlangt, so habe ich in einem Falle das Glykogen durch Kochen mit Wasser zur Lösung gebracht, das Eiweiß mit Essigsäure und Kohlensäure gefällt und aus dem Filtrat durch Fällen mit Alkohol ein nicht aschefreies Glykogen erhalten (nach Klein). Sonst habe ich nach den Angaben Fränkels (Pflügers Archiv Bd. 52, S. 125) die frisch zerriebenen Tiere 3—4 Tage lang kalt mit 4 % Trichloressigsäure extrahiert und aus der opalisierenden Lösung durch Versetzen mit dem 2½fachen Volumen Alkohol ein aschefreies Glykogen gewonnen, es mit Alkohol und Äther gewaschen und bei 90° getrocknet. Diese Methode liefert bei größter Einfachheit ganz ausgezeichnete Resultate.

Mytilus V. Dezember.

a) nach Klein. 14 Stück, Weichteile frisch 123 g. 2,6308 g Glykogen (nach Abzug von 2,81 % Asche), Rest getrocknet (seesalzfrei) 10,3480 g; also 2,6308 g Glykogen auf 12,9788 g Trockensubstanz = **20,27** % (auf seesalzfreie Trockensubstanz!).

b) nach Fränkel. 14 Stück, Weichteile frisch 107 g. 2,7782 g aschefreies Glykogen auf 11,1946 g seesalzfreie Gesamttrockensubstanz = **24,82** %. Der Vergleich der beiden Resultate zeigt eklatant den Vorzug der Fränkelschen Methode, die ich daher fernerhin ausschließlich verwandt habe.

Mytilus II. April.

16 Stück, Weichteile frisch 84 g. 0,6869 g Glykogen auf 8,2927 g seesalzfreie Gesamttrockensubstanz = **8,19** %.

Mytilus III. Juli.

7 Stück, Weichteile frisch 101 g. 2,5773 g Glykogen auf 9,2252 g seesalzfreie Gesamttrockensubstanz = **27,89** %.

Litorina. Dezember.

35 Stück, Weichteile frisch 15 g. 0,2717 g Glykogen auf 4,5282 g Gesamttrockensubstanz = **6,00** %.

Es liegt in der Natur des Glykogens als Reservenahrung und zwar als solche, die im Hunger zuerst angegriffen wird, in wechselnder Menge vorhanden zu sein; das Fett, das vor seinem Verbrauch wohl erst in Glykogen umgewandelt werden muß, ist dagegen gewissermaßen die eiserne Ration. Andererseits kommt es in sehr bedeutender Menge (abgesehen von Entoparasiten und Schlammbewohnern, die Glykogen zur Unterhaltung ihrer intramolekularen Atmung, einem der Hefegärung ähnlichen Vorgang, nötig haben), unter im freien Wasser lebenden und also stets normal atmenden Tieren nur bei Muscheln vor, also bei im wesentlichen an einen Ort gebundenen oder doch nur langsam und selten sich bewegenden Tieren, und diese wechseln relativ leicht in ihrem Ernährungszustand, weil sie, außerstande ihrer Nahrung aktiv nachzugehen, einerseits von den wechselnden Ernährungsbedingungen, die ihnen die wechselnden Mengen des Planktons bieten, stark beeinflußt werden, andererseits bei Nahrungsmangel ihr Reservematerial sofort angreifen oder in guten Zeiten solches aufspeichern können. Daß die Muscheln nun in der Lage sind, eine so kolossale Menge an Reservenahrung in der bequem verwertbaren Form des Glykogens niederzulegen, verdanken sie wiederum ihrer Lebensweise, die eben die zum aktiven Nahrungserwerb erforderliche Beweglichkeit unnötig macht und ihnen so den Luxus einer so wenig konzentrierten, massigen und schweren Reservenahrung erlaubt; so greift eins ins andere. Zu bemerken ist noch, daß das Glykogen zum kleinsten Teil verbrauchsfertig in den Muskeln, zum größten Teil in der Leber aufgespeichert ist.

Auf jeden Fall halte ich es für verkehrt, nur zu einer Jahreszeit ein Weichtier auf Glykogen zu untersuchen; sondern nur dadurch, daß das ganze Jahr hindurch Analysen gemacht werden, bekommen solche Zahlen überhaupt Wert. Auch meine Analysen sind nicht zahlreich genug, um ein klares Bild der Glykogenfunktion zu geben, immerhin aber können sie einiges Interessante bieten. Der Normalgehalt gut genährter Mytilus wird zwischen 23 und 28% Glykogen der seesalzfreien Trockensubstanz betragen; die niedrige Zahl (8,19%) aus dem April erklärt sich wohl daraus, daß die Tiere das meiste Glykogen in Fett umgewandelt hatten, um den Eiern ein konzentriertes Heizmaterial mitgeben zu können; während der Laichzeit müssen nun wohl sehr gute Ernährungsbedingungen gegeben gewesen sein, so daß sie im Juli wider mein Erwarten außerordentlich viel Glykogen wieder enthielten. Solche enormen Mengen sind nur bei so außerordentlich bewegungsschwachen Formen wie den Muscheln möglich; Litorina dagegen hat nur 6% Glykogen, obwohl 22,25% Kohlehydrate berechnet waren; der Rest ist wohl Nahrung im Darm. Litorina ist ja auch ein bewegliches Tier, das als solches und als Pflanzenfresser (besonders Zostera, Fucus etc.) stets reichlich Nahrung findet und sich daher nicht soviel Glykogen aufzuspeichern braucht.

Wenn ich endlich noch die von anderen bei Mollusken gefundenen Glykogenmengen anführen soll, so finde ich bei Jenkins, *Ostrea edulis,* für die Auster 6,75% angegeben (erhalten durch Extraktion mit einem Gemisch von Sublimat und Esbachs Reagens), Bizio fand (Extraktion mit kochendem Wasser) für Ostrea 9,5%, Cardium 14% (Liebig u. Kopp, Jahresbericht f. Chemie etc. 1866, pag. 752). Auffallend sind die Zahlen (zitiert nach Jenkins): Helix nach Young 0,565%, Mytilus nach Berquelot 0,45 bis 0,84%. Bei Helix handelt es sich wahrscheinlich um ausgehungerte Tiere aus dem ersten Frühjahr (wenngleich der Glykogengehalt der Schnecken wohl nie sehr hoch sein mag, z. B. Litorina); darüber finde ich bei v. Fürth (Vergl. chem. Phys.) die Angabe desselben Forschers, daß bei Helix das Glykogen im Hungerzustande außerordentlich schnell verschwinde, während andererseits Barfuth feststellte, daß es beim Füttern ausgehungerter Schnecken schon nach 9—10 Stunden wieder in der Leber aufträte. Dagegen ist der Befund Berquelots bei Mytilus einfach unverständlich. Leider sind bei diesen Analysen die betreffenden Jahreszeiten nicht angegeben, auch sind die Methoden zu verschieden, um einen Vergleich zu ermöglichen; nur die Analysen von Bizio entsprechen etwa den von mir festgestellten Mengen.

Ein Vergleich der von mir bei Mytilus gefundenen Glykogenmengen und der berechneten Kohlehydrate zeigt die beste Übereinstimmung, d. h. eine Differenz von 3—4%, die wohl auf Nahrung im Darm zurückzuführen ist.

3. Fettbestimmung nach Rosenfeld.

In meinen Analysen habe ich das Fett gewöhnlich durch Extraktion mit wasserfreiem Äther im Soxhlet festgestellt, allein in 2 Fällen habe ich auch nach Rosenfeld bestimmt. Der Äthermethode wird nämlich vorgeworfen, sie könne nie auch nur annähernd quantitativ arbeiten, weil der Äther nicht imstande

sei, die Trockensubstanz genügend zu benetzen; man hat daher z. B. versucht, durch peptische Erschließung das Fett dem Äther zugänglich zu machen, und in letzter Zeit hat Rosenfeld eine neue, bequemere Methode beschrieben, die überaus große Beträge an Ätherlöslichem liefert [G. Rosenfeld, Zur Methode der Fettbestimmung (Centralblatt f. innere Medizin 1900)]. Ob wir aber damit die Idealmethode erreicht haben, glaube ich auf Grund meiner Analysen bezweifeln zu dürfen. Die Methode ist diese: die Trockensubstanz $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde in absolutem Alkohol kochen (ich habe länger, solange gekocht, als sich der Alkohol noch dunkler färbte), den Alkohol abtropfen lassen, ca. 6 Stunden mit Chloroform im Soxhlet extrahieren, die beiden Extrakte trocknen, mit wasserfreiem Äther aufnehmen und filtrieren; ich habe zudem noch das Filter im Soxhlet extrahiert.

Crangon. 7,6745 g —— 0,3070 g = 4,00 % Fett = **4,24** % auf reduzierte Trockensubstanz (nach Abzug von Seesalz und SiO_2); mit Äther erhalten 3,83 %.

Mytilus II. 4,6044 g —— 0,9289 g = 20,17 % Fett = **21,98** % auf reduzierte Trockensubstanz; mit Äther erhalten 16,88 %.

Zunächst geht aus den Analysen hervor, daß der Unterschied zwischen den Resultaten der beiden Methoden nicht so gewaltig ist, wie es Rosenfeld meint; so seien bei den Planktonanalysen Brandts 50 % mit Äther zu wenig erhalten [G. Rosenfeld, Studien über das Fett der Meeresorganismen (Wiss. Meeresuntersuchungen Bd. V, 1902)]. Bei Crangon, der in Alkohol konserviert war wie die Planktonfänge Brandts, erhielt ich 10 %, bei Mytilus (frisch getrocknet) 25 % weniger mit Äther. Es mag wohl sein, daß man mit Äther etwas zu wenig erhält, — das gute Stimmen meiner Analysen scheint dem allerdings zu widersprechen, jedenfalls glaube ich behaupten zu dürfen, daß man nach Rosenfeld zuviel erhält. Denn wie kann man beweisen, daß alles Gefundene auch wirklich Fett ist? (So konnte ich in dem nach Rosenfeld gewonnenen Fett, wenn auch nur sehr geringe Mengen von Stickstoff nachweisen, also von gelösten Aminen, die im Ätherextrakt fehlten.) Daß ich mit dieser Vermutung recht habe, beweisen mir meine Kohlenstoffwasserstoffanalysen; wenn ich nämlich den gefundenen C und H verteile, so stimmt es bei der mit Äther gewonnenen Fettmenge recht gut, rechne ich aber alles nach Rosenfeld Gefundene als Fett, so komme ich viel zu kurz. Bei Crangon ist die Differenz nur klein und die Kohlehydrate scheinen ganz zu fehlen, trotzdem kann man soviel daraus erkennen, daß ich, wollte ich 4,24 % statt 3,83 % Fett annehmen, viel zuwenig C und H habe. Beweisender sind die Verhältnisse bei Mytilus. 20,17 % Fett entsprechen 15,47 % C und 2,44 % H; ziehe ich das samt dem für Eiweiß erforderlichen von den gefundenen 48,24 % C und 6,93 % H ab, so bleiben mir 1,79 % C und 0,47 % H, entsprechend 4,04 % Kohlehydraten, während bereits 8,19 % direkt als Glykogen nachgewiesen waren. Es kann also unmöglich alles Fett gewesen sein; das muß man glauben, wenn man nicht die Brauchbarkeit der ganzen Analysierungsmethode anzweifeln will. Nach alle diesem glaube ich noch immer nicht, daß man die Äthermethode als „rein konventionell" bezeichnen und sie ohne weiteres zum alten Gerümpel werfen darf; meine Analysen haben jedenfalls unter Zugrundelegung der mit ihr gefundenen Werte recht gut gestimmt. Einen Abschluß in dem Streit der Fettbestimmungsmethoden wird nach meiner Meinung erst eine Arbeit bringen, die an derselben Trockensubstanz (und zwar Trockensubstanz eines ganzen Tieres, vielleicht Mytilus, nicht Rinderherz und dergl.) alle verschiedenen Extraktionsmittel und -methoden probiert, aber außer der Vergleichung der erhaltenen Quanten diese auch genau mittelst Elementaranalyse untersucht, ob und wo am besten die Zusammensetzung sich der der Ölsäure nähert; diese Methode verdient dann unter Berücksichtigung ihrer quantitativen Leistungsfähigkeit den Vorzug.

Vergleichungen und Schlüsse.

Zunächst möchte ich meine Resultate mit denen anderer Analysatoren vergleichen. Wie ich schon in der Einleitung sagte, ist nicht viel Derartiges in der Literatur zu finden. Es handelt sich meistens um Untersuchungen von Krabbenkonserven etc., alles Analysen, die ich nicht heranziehen kann. In König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, finde ich Analysen des Weichkörpers vom Hummer (79,80 % Eiweiß, 10,13 % Fett, 0,16 % Kohlehydrate, 9,41 % Asche) und Cancer (entsprechend 78,87 %, 7,69 %, 3,75 %, 9,6 %); außerdem Molluskenanalysen, von W. O. Atwater ausgeführt, die aber auf frische

Substanz bezogen sind, und in denen das Eiweiß, wie es gewöhnlich geschieht, durch Multiplikation des Stickstoffgehaltes mit 6,25 (16 % N entsprechend) gefunden ist; ich rechne auf Trockensubstanz und Eiweiß nach Playfair um (die Kohlehydrate bestimme ich allerdings dann als Differenz von 100 %).

	N	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohasche	Wasser
Ostrea	7,48	47,95	9,06	27,00	15,99	87,30
Pecten	11,99	76,87	0,86	15,26	7,01	80,32
Mya	9,00	57,71	7,45	16,07	18,77	85,56
Mytilus	8,78	56,25	7,07	24,45	12,23	84,16

Ferner hat noch Sempolowsky (Landwirtschaftl. Versuchsstation 1889) derartige Analysen ausgeführt:

	N	Eiweiß	Fett	Rohasche	P_2O_5	K_2O	CaO	H_2O
Cancer pagurus .	5,13	32,06	8,00	44,04	3,11	1,37	14,08	62,64
Asterias glacialis	6,81	42,56 [43,66]	10,60	45,45	0,90	1,46	21,66	67,36
Ostrea (W.-K.) .	8,27	51,68 [53,01]	9,92	10,90	1,94	1,51	0,58	80,89
Ostrea-Schale . .	0,46	2,87	—	95,33	—	4,68	41,74	15,83

Bei der Canceranalyse ist keine Chitinbestimmung ausgeführt und alles N auf Eiweiß verrechnet, der Wert für Eiweiß ist also wertlos; die eingeklammerten Zahlen geben die Eiweißwerte unter Benutzung des von mir verwandten Faktors 6,41 an. Dann finde ich noch in Hensen, Das Leben im Ozean, pag. 267 eine Angabe über *Carcinus maenas* nach v. Schönborn (Beiträge zur Kenntnis des Kohlehydratstoffwechsels bei *Carcinus maenas,* Zeitschr. f. Biologie Bd. 55, 1910). Danach besteht das frische Tier aus 70,6 % Wasser (ich fand 71,80 %), 14,9 % organischer Substanz und 14,5 % Asche; die Trockensubstanz würde danach aus 50,69 % organischer Substanz und 49,31 % Asche bestehen (ich fand 54,49 : 45,51 %). (Die Originalabhandlung ist mir leider nicht zugänglich.) Eine Analyse von Asterias von Marchand (Liebig u. Kopp, Jahresbericht f. Chemie 1866, pag. 703): 3,86 % N [24,74 % Eiweiß], 49,05 % organ. Substanz, 47,09 % Asche, 0,28 % K_2O, 2,03 % Na_2O, 21,04 % CaO, 1,92 % MgO, 0,18 % Fe_2O_3, 0,003 % CuO, 3,15 % Cl, 0,046 % J, 0,007 % Br, 0,88 % P_2O_5, 1,08 % SO_3, 16,79 % CO_2, 0,39 % SiO_2. Dann einige Copepoden- und Daphnienanalysen von Knauthe (K. Knauthe, Das Süßwasser), die durch verschiedene Zusammensetzung bei verschiedenen Ernährungsbedingungen interessant sind: Copepoden aus guten Teichen 52 % Eiweiß und 12—14 % Fett, aus der Olsa 64 % und 6—6,8 %; Daphnien, aus einem Dorfteich 58 % Eiweiß, 13 % Fett, aus magerem Weiher 66 % und 8 %, aus der Olsa 69 % und 5,7 %. Endlich die Süßwasserkopepodenanalyse von Brandt (Beiträge usw.): 58,68 % Eiweiß, 4,54 % Chitin, 6,01 % Fett, 17,64 % Kohlehydrate, 9,21 % Asche. Schließlich habe ich noch die Molluskenschalenanalysen Frémys anzuführen (Liebig u. Kopp, Jahresbericht 1866, pag. 758):

Schalen	CaO	CO_2	organ. Substanz	P_2O_5
Litorina . . .	54,46	42,82	2,03	0,001
Ostrea	53,37	40,60	3,48	0,106
Mytilus . . .	52,86	41,02	5,02	0,048

Damit wäre alles, was ich in der Literatur an ähnlichen Analysen habe finden können, erschöpft. Im allgemeinen stimmen sie mit meinen Resultaten ganz gut überein; nur läßt sich das schwerer erkennen, weil nur die Rohasche bestimmt ist und so zufällige Beträge von Seesalz, Sand u. dergl. das Bild verzerren. Hinweisen möchte ich nur noch auf die recht gute Übereinstimmung der Atwaterschen Mytilus- und Mya-Analysen mit meinen Resultaten, ebenso der Frémyschen Schalenanalysen; vor allem auch die Weichkörperanalysen von Homarus und Cancer stimmen ganz ausgezeichnet zu meinem Befund, wenn man eben die vom Panzer stammende Asche abrechnet.

Wie es nicht anders zu erwarten ist, haben alle Mitglieder derselben Gruppe, so wie sie sich anatomisch und in weiterem Sinne auch in ihrer Lebensweise ähneln, auch eine ähnliche chemische Zusammensetzung. Betrachtet man zunächst die Gruppe der Crustaceen, so fallen einem sofort mancherlei Übereinstimmungen auf: der ziemlich gleichmäßige (bei Glyptonotus allerdings emporschnellende) Chitingehalt, der bedeutende Gehalt an Eiweiß und wiederum die geringe Menge von Reservematerial, Fett sowohl wie namentlich Kohlehydraten, endlich der bedeutende Aschengehalt (mit Ausnahme der winzigen Copepoden), der durch die allgemein verbreitete Einlagerung von kohlensaurem Kalk in den Chitinpanzer bedingt ist, alles Merkmale einer hochentwickelten Gruppe von bedeutender Beweglichkeit. Innerhalb dieser Gruppe kann man nun wieder zwei Typen in der chemischen Zusammensetzung nach ihrer Lebensweise unterscheiden; denn mehr als systematische Verwandtschaft schafft ähnliche Lebensweise bei ähnlicher Form auch ähnlichen chemischen Aufbau. Crangon, Mysis, Anomalocera möchte ich zunächst als freischwimmende Formen zusammenfassen; allen gemeinsam ist ein niedriger Chitingehalt von 5,5—6 % zugleich mit nicht allzu starker Panzerung mit kohlensaurem Kalk, weil eine schwere Rüstung die Beweglichkeit und Schwimmfähigkeit herabsetzen würde und weil sie andererseits auch unnötig ist, da die Beweglichkeit den Schutz des Panzers ersetzt; allen gemeinsam ist eine gewaltige Schwimmuskulatur und daher ein sehr hoher Eiweißgehalt und ein Zurücktreten des Reservematerials, da ja freischwimmende Formen sich jederzeit Nahrung verschaffen können. Es handelt sich auch wohl nur um das spezifisch leichte, daher die Schwimmfähigkeit eher fördernde als hemmende und zugleich ein konzentriertes Heizmaterial darstellende Fett, während die geringen Mengen von Kohlehydraten wohl hauptsächlich auf Nahrung im Darm zurückzuführen sind. Allerdings steht der nicht so niedrige Kohlehydratgehalt von Anomalocera etwas abseits; jedoch rührt das zum großen Teil von der geringen Panzerung her, indem der niedrige Aschengehalt die übrigen Werte emporschnellen läßt. Die zweite Gruppe bilden Carcinus, Gammarus, Glyptonotus; ihnen ist gemeinsam ein hoher Chitin- und Aschengehalt, niedriger Gehalt an Eiweiß und verhältnismäßig recht hoher an Fett und Kohlehydraten; denn sie sind relativ träge Tiere, denen die mächtige Schwimmuskulatur der ersten Gruppe fehlt und die sich daher einen starken Panzer und den Ballast von Reservenahrung in größeren Mengen leisten können und müssen (Gammarus nimmt allerdings wohl mehr eine Mittelstellung zwischen den beiden Gruppen ein). Die recht beträchtlichen Mengen von Kohlehydraten bei Carcinus und Glyptonotus (ca. 7 %) werden wohl zum nicht geringen Teil aufgespeichertes Glykogen sein; bei Gammarus wurden zwar nur 0,68 % gefunden, dafür war aber der Fettgehalt um so höher. Auffallend ist die sonst von mir bei Crustaceen gefundene niedrige Fettmenge im Vergleich zu den Befunden z. B. Sempolowskys, während sie mit anderen wieder recht gut stimmt (Hummerweichkörper etc.); es ist doch kaum anzunehmen, daß mir der Zufall gerade nur so schlecht ernährte Tiere in die Hände geführt hat; da muß es doch wohl mehr an der verwandten Methode liegen. Wie sehr allerdings der Fettgehalt mit der Nahrungsmenge wechseln kann, zeigten ja die Daphnienanalysen Knauthes. Eigentümlich ist noch den meisten Crustaceen die recht bedeutende Menge von P_2O_5. Diese stammt ja zum größten Teil wie auch überall sonst aus den Nukleïnen, wird hier aber noch durch eine geringe Menge von $Ca_3P_2O_8$ im Panzer erhöht. So enthält nach den Analysen von C. Schmidt, Frémy, Kelly der Panzer von Carcinus 6,0 %, von Homarus 6,7 %, von Astacus 6,1 % $Ca_3P_2O_8$ (O. v. Fürth, Vergl. chem. Phys. etc.). Endlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Zusammensetzung der Crustaceen im Laufe des Jahres wegen des geringen Gehaltes an Reservemateriat wohl nur wenig schwanken wird; denn ein Wechsel kann nur durch letzteres bedingt sein, die absolute Menge an lebender Substanz bleibt (innerhalb der Wachstumsgrenzen) dieselbe. Analysen aus anderen Jahreszeiten werden also unter der Voraussetzung, daß es sich um Tiere derselben Größe handelt, kaum verschiedene Resultate ergeben. Ich glaube nämlich auf Grund meiner Mytilus-

Analysen, daß man je nach dem Alter (der Größe) der Tiere infolge verschieden starker Panzerung und also verschiedenem Aschengehalt verschiedene Resultate erhalten muß, wobei aber die Zusammensetzung des Weichkörpers dieselbe bleibt. Der Anteil des kohlensauren Kalkes an der Trockensubstanz nimmt mit der Größe des Tieres ab, einmal wahrscheinlich in den Altersstufen einer und derselben Art, wie ich aus Analogie zu Mytilus schließe, anderseits abgesehen von der durch verschiedene biologische Bedürfnisse bedingten Verschiedenheit in der Panzerungsstärke auch innerhalb einer Gruppe, z. B. Crangon, Mysis, Anomalocera.

Wie sämtliche Zahlen erkennen lassen, stellt die Gruppe der Crustaceen infolge des hohen Eiweißgehaltes eine sehr hochwertige Nahrung dar, die ja auch zum Teil vom Menschen gebraucht wird (Crangon, Carcinus, Astacus u. a. m.) und deren Bedeutung im Meereshaushalte ganz außerordentlich ist. Namentlich die planktonischen Copepoden (Repräsentant war Anomalocera), auch Mysideen, Zoën oder andere Entwicklungsstadien anderer stellen den wichtigsten Teil der Nahrung planktonfressender Nutzfische, des Herings, der Makrele etc. dar (Brandt, Beiträge etc., pag. 1). Amphipoden (Repräsentant war Gammarus) bilden infolge ihres massenhaften Vorkommens im gesamten nördlichen atlantischen Ozean eine überaus wichtige Fischnahrung. Was nun die Nahrung der untersuchten Tiere selbst betrifft, so finde ich darüber bei Rauschenplat entsprechende Angaben (R., Über die Nahrung von Tieren aus der Kieler Bucht, Diss. Kiel 1901): Crangon ist reiner Tierfresser und lebt hauptsächlich von Polychäten; der Angabe von Ehrenbaum, daß die in der Nordsee lebenden pflanzliche Kost bevorzugen, widerspricht das Fehlen der Kohlehydrate in meiner Analyse. Auch Carcinus ist ein gewandter Räuber, während Gammarus hauptsächlich von abgerissenen Stücken von Zostera, größeren Algen u. dergl. leben soll, nichtsdestoweniger aber auch auf Fleischnahrung gierig ist; der Befund meiner Analyse spricht für das letztere. Über Glyptonotus finde ich keine Angaben, dagegen ist Mysis vorwiegend Planktonfresser und ebenso Anomalocera, selbst zum Plankton gehörig, wird sich wie andere Copepoden von einzelligen Algen, Diatomeen, Bakterien nähren (Brandt, Über allg. biolog. Meeresuntersuchungen). Die Kenntnis dieser Daten kann insofern zum Verständnis der analytischen Resultate beitragen, als ja stets der Darminhalt mit verarbeitet wird und so sich leicht Differenzen ergeben können. So berechnet z. B. Brandt nach Analysen seines Mitarbeiters Brandes 17,64 % Kohlehydrate für Süßwassercopepoden, während ich für Anomalocera 6,61 % fand; diese unwahrscheinlich hohe Zahl kann sich vielleicht aus ungenügendem Mischen von Körpern und Alkoholextrakt erklären, wahrscheinlich aber aus der Annahme, daß die Copepoden mit Algennahrung angefüllt waren und so die Kohlehydrate des Verzehrten auf die des Verzehrers berechnet wurden.

Fundamental unterscheiden sich von den eben besprochenen Crustaceen die Mollusken, in biologischer und daher auch in physiologischer und chemischer Hinsicht. Hatten wir dort bewegliche Tiere, so haben wir hier so gut wie festsitzende oder doch bewegungsschwache Tiere. Dementsprechend verfügen alle über einen enorm starken Kalkpanzer, haben meist bedeutende Mengen an Reservenahrung (Mya und Litorina nicht in so gewaltigen Mengen wie Mytilus und Ostrea) und damit in Korrelation niedrigen Eiweißgehalt.

Die Schalen bestehen meist zu mehr als 95 % aus kohlensaurem Kalk; der Rest ist die organische Grundsubstanz, das Conchiolin, das ich bereits im vorstehenden besprochen habe. Außer $CaCO_3$ finden sich andere Stoffe nicht oder doch nur als Verunreinigungen vor. Wenn also z. B. Schloßberger (Schl., Chemie der Gewebe, 1856) bemerkt, daß stets P_2O_5, MgO und Alkalien in den Schalen vorhanden sind, so kann das nur auf nicht genügendem Reinigen derselben beruhen. Frémys und meine Analysen widersprechen dieser Angabe, und auch die geringen Mengen P_2O_5, die Frémy gefunden hat (ich fand bei Mytilus 0,0009 %), werden wohl auf Nukleïne aus den Muskelinsertionsstellen zurückzuführen sein. Die Schalen bestehen also nicht „vorwiegend“ aus $CaCO_3$, wie man oft liest, sondern nur aus $CaCO_3$ und Conchiolin. Meine Untersuchungen der Mytilusschalen verschiedener Größe haben dann noch folgende Ergebnisse gehabt, die ich auf andere Mollusken sowohl wie überhaupt Panzerträger (z. B. Crustaceen) übertragen zu dürfen glaube: 1. nimmt der Anteil der organischen Grundsubstanz mit wachsender Größe zugunsten des kohlensauren Kalkes ab; 2. verschiebt sich mit steigender Größe das Verhältnis der Schale zum trockenen Weichkörper zugunsten der Schale, wenn auch nicht proportional und in alleiniger Abhängigkeit von dem Wachsen der Größe. Aus diesem Grunde schon mußte ich (ganz abgesehen von technischen

Schwierigkeiten) Schale und Weichkörper getrennt untersuchen, wenn eben nicht, wie man aus Tabelle IV ersehen kann, infolge dieses beweglichen Faktors total voneinander abweichende Werte ein klares Bild verhindern sollten; denn die Zusammensetzung des Weichkörpers ist innerhalb gewisser Grenzen stets dieselbe. Aus diesem Grunde auch habe ich für die einzelnen Analysen stets Tiere gleicher Größe genommen und sie vorher gemessen, aus diesem Grunde endlich habe ich unterlassen, in den Haupttabellen II und III Weichkörper und Schale miteinander zu verrechnen.

Am Weichkörper ist zunächst der bedeutende Gehalt an Reservematerial und in Korrelation damit der niedrige an Eiweiß auffallend (Mya steht allerdings etwas abseits). Beträchtliche Mengen Fett und meist riesige Mengen von Kohlehydraten, zum großen Teil Glykogen, die aber, wie ich es für Glykogen bereits näher auseinandergesetzt habe, nicht unbeträchtlich in ihrer Masse schwanken, verhindern eine Konstanz in der Zusammensetzung. Ich habe daher in einem Fall, bei Mytilus, Tiere aus verschiedenen Monaten untersucht. Auch hier muß ich eine Konstanz der absoluten Menge lebender Substanz annehmen und die Verschiebungen lediglich auf das Konto der Reservenahrung und der Asche setzen. Im allgemeinen jedoch kann man wohl die Normalzusammensetzung des Weichkörpers gut genährter Mytilus mit 52—59 % Eiweiß, 6—10 % Fett, 26—30 % Kohlehydraten (fast nur Glykogen) und 3—6 % Asche annehmen. Außer dem Gehalt an Reservematerial schwankt aber auch der an Asche des Weichkörpers, und zwar schwankt die gleichfalls in der Leber gespeicherte Kalkmenge, wie es u. a. die Arbeiten von Barfuth ergeben haben (O. v. Fürth, Vergl. chem. Phys. etc.). Gut zu seiner Angabe, daß zu Anfang des Winters viel Kalk gespeichert sei, stimmt mein Befund von 2,09 % CaO für Oktober-Mytilus und 3,65 % für Dezember-Litorina.

Unter allen Analysen jedoch von Mytilus fällt eine, die von Ende April, durch total abweichende Werte auf. Denn während bei den aus anderen Monaten stammenden nicht größere Verschiedenheiten obwalten, als man sich leicht aus dem Wechsel des Ernährungszustandes und des Darminhaltes erklären kann, so schnellt hier der Fettgehalt enorm in die Höhe, zugleich sinkt die Kohlehydratmenge und der Eiweißgehalt steigt in Korrelation. Dieser auffallende Befund erklärt sich jedoch leicht, wenn man bedenkt, daß die Hauptlaichzeit von Mytilus in die Monate Mai und Juni fällt. Um den Eiern ein möglichst konzentriertes und zugleich spezifisch leichtes Heizmaterial mitzugeben, ist eben das meiste Glykogen in Fett umgewandelt, wovon man sich leicht durch Rechnung überzeugen kann. Nehmen wir an, daß vor der Umwandlung 6,88 % Fett vorhanden waren, 10 % also neu gebildet sind, so ergibt die Rechnung, daß 10 % Fett mit 7,67 % C 17,30 % Glykogen dem C-Gehalt nach entsprechen würden; vor der Umwandlung würden also neben 6,88 % Fett 17,30 + 11,27 = 28,57 % Kohlehydrate vorhanden gewesen sein, ein Verhältnis, das vorzüglich zum Normalbefund paßt. Daß sich tatsächlich Fett aus Glykogen nach Bedarf bildet, bestätigen unter anderem die Untersuchungen an Seidenspinnern von Bataillon und Couvreur (O. v. Fürth, Vergl. chem. Phys.), welche feststellen, daß ein Maximum des einen stets mit einem Minimum des anderen zusammenfällt, eins also die Funktion des anderen ist (unter Wärmebindung in der einen, Wärmegewinn in der anderen Richtung). Auffallend ist hier noch die recht geringe Menge von Asche, namentlich auch von P_2O_5, da man doch erwarten müßte, daß ein so unentbehrlicher Stoff den Jungen in sehr bedeutender Menge geboten würde.

Bei Mytilus habe ich stets eine der berechneten Kohlehydratzahl fast gleichkommende Menge Glykogen gefunden, die Differenz von 3—4 % erklärt sich leicht aus dem Darminhalt. Daß dagegen bei Litorina nicht mehr als 6 % Glykogen gefunden wurden, obwohl 22,25 % Kohlehydrate berechnet wurden, muß wohl, wie ich schon sagte, daraus erklärt werden, daß der Darm der Tiere mit Seegras angefüllt war (sie wurden auf einer Seegraswiese gesammelt). Nur bei Mya paßt der hohe Gehalt an Eiweiß, der hier eben vor allem von den mächtigen, muskulösen Siphonen herrührt, der niedrige an Fett und Kohlehydraten, von denen übrigens doch, soweit ich das an den ausgefällten Flocken im Alkohol erkennen konnte, ein nicht geringer Teil Glykogen war, nicht recht zu diesen Betrachtungen. Dagegen scheint für Ostrea dasselbe zu gelten, was ich über Mytilus gesagt habe.

Über die Bedeutung der Mollusken im Meereshaushalt möchte ich noch folgendes sagen: Sämtliche 3 untersuchten Arten sind nach Rauschenplat Pflanzenfresser, und zwar Mytilus Planktonfresser (Diatomeen, Peridineen, kleine Stückchen größerer Gewebspflanzen), dasselbe gilt von Mya, während Litorina als Hauptnahrung große Gewebspflanzen (Zostera, Fucus etc.) bevorzugt; eine wichtige Eigenschaft von Litorina ist

dabei die Fähigkeit der Gastropoden, auch die sonst schwer verwertbare Rohfaser mittelst Fermenten zu verdauen (Biedermann und Moritz in Pflügers Archiv f. d. ges. Phys., 1898).

Nach den Untersuchungen J. G. Petersens und den Angaben Rauschenplats soll Mytilus mit dem Plankton bedeutende Mengen suspendierten Sandes und Tones aufnehmen. Merkwürdigerweise habe ich immer nur geringe Mengen von SiO_2 in den Analysen gefunden. Das mag ein Zufall sein, zumal Rauschenplat zwar meist viel, gelegentlich aber auch so gut wie keinen Sand im Darm gefunden hat, ich andererseits in einer Analyse, deren Trockensubstanz ich fertig erhielt, die ich aber nicht verwerten konnte, da die Mischung ungenügend war, 6% Sand in der Trockensubstanz fand. Bei Mya waren der Lebensweise entsprechend dagegen große Mengen von Sand in der Substanz.

Was ihre Verwertung als Nahrung anderer Tiere betrifft, so spielen die Mollusken eine äußerst wichtige Rolle im Meereshaushalt. Nicht nur ist der Seestern, der gefährliche Feind der Austernbänke, ausschließlich Muschelfresser, auch zahlreiche andere Tiere, Hummer und andere große Crustaceen, fressen sie mit Vorliebe; außer den planktonischen Jugendzuständen, pelagischen Schnecken usw. bilden auch erwachsene Muscheln und schalentragende Schnecken eine beliebte Nahrung für viele Fische. Endlich ist noch das Walroß ein reiner Muschelfresser, und pelagische Pteropoden *(Clio borealis, Limacina helicina)* bilden den Hauptteil der Nahrung der gewaltigen Wale.

Zahllose Muscheln dienen auch dem Menschen als Nahrung; außer der Auster und vielen anderen auch die hier analysierten, Mytilus und Mya; die Analysen sowohl wie die Verdauungsversuche zeigen, ein wie ausgezeichnetes Nahrungsmittel sie bilden, da fast der ganze Weichkörper aus wertvollem Material besteht. Litorina ist ein gutes Winterfutter für Hühner und Enten. Endlich wäre noch eine Verwertungsmöglichkeit zu erwähnen: die ungeheure Massenhaftigkeit ihres Vorkommens würde z. B. Mytilus, Cardium etc. sehr geeignet zur Verwendung als Dünger machen; die Schalen werden ja schon, früher noch mehr als heute, auf Mörtelkalk verarbeitet, dessen außerordentliche Bindekraft sich aus der gänzlichen Abwesenheit der Magnesia, des „mageren Kalkes", erklärt.

Aus der Gruppe der Echinodermen habe ich nur Asterias untersucht. Charakteristisch ist an ihm der durch das starke Kalkskelett bedingte hohe Aschengehalt von fast 50%; auch hier muß ich darauf aufmerksam machen, daß andere Analysen anderer Exemplare andere Resultate geben werden, da sich auch hier wohl mit der Größe der Anteil des Skeletts an der Gesamttrockensubstanz ändern wird und es sich hier um ganz junge Tiere gehandelt hat. Im übrigen ist der organische Teil des Leibes im Einklang mit der niedrigen Organisation und der geringen Lebhaftigkeit zum großen Teil aus totem Reservematerial bestehend, namentlich ist der Fettgehalt recht hoch ($^1/_8$ der organischen Materie). Da nun noch außer der Menge Asche nicht wenig vom Eiweiß unverdaulich ist (Panzergrundsubstanz), so bildet Asterias alles in allem eine recht magere Kost (siehe den Verdauungsversuch).

Die von mir untersuchten Polychäten, Nereïs und Arenicola, sind beide Detritus- und Mudfresser. Während doch die meisten Nereïden räuberische Formen sind, unterscheidet sich gerade diese Form, *N. diversicolor*, nach Rauschenplat in ihrer Nahrung von den anderen Angehörigen der Gruppe. Da beide bewegliche oder gar „schwer arbeitende" Tiere sind, so ist die Eiweißmenge aus dem Hautmuskelschlauch sehr groß; sehr bedeutend ist auch der Fettgehalt, der wohl dem Tiere selbst zukommt, während ich die auch recht beträchtlichen Kohlehydratmengen zum größten Teil dem Darminhalt zuschreiben möchte.

Bei Nereïs reichte die Menge leider nicht zu einer Aschenanalyse, bei Arenicola, die übrigens natürlich enorme Mengen Sand enthielt, muß bei der Kalkbestimmung ein Fehler vorgekommen sein, da die Kalkmenge im Vergleich zur Asche zu niedrig ist; leider reichte auch hier nicht die Substanzmenge zu einer Kontrollanalyse. Ebensowenig konnte ich aus diesem Grunde das Chitin bestimmen; doch wird die Menge gering genug sein, um keinen merklichen Fehler in die Analyse zu bringen.

Als Nahrung anderer Tiere spielen die Nereïden und Arenicola keine so wichtige Rolle; doch sind sind sie, da sie fast nur aus wertvollem Material bestehen, eine gute Nahrung und werden gern genommen (Arenicola als Köder).

Wenn auch Pennatula, der einzige von mir untersuchte Vertreter der Anthozoen, selbst keine wichtige Stelle im Meereshaushalt einnimmt, so sind doch andere Anthozoen, die Riffkorallen, von nicht geringer Bedeutung. Fast 50% der Trockensubstanz wird von der Asche des Kalkskeletts eingenommen;

auch von den 39 % Eiweiß ist, wie der Verdauungsversuch lehrt, nur ein kleiner Teil verdauliche, aktive Substanz, der Rest ist die organische Nützsubstanz des Skeletts, das Corneïn, wie es Valenciennes genannt hat; nach den Analysen, die v. Fürth angibt, handelt es sich unbedingt um einen eiweißartigen Körper, so daß ich also die Eiweißformel anzuwenden berechtigt war. Eigentümlich ist noch die Fähigkeit der Korallen, im Corneïn beträchtliche Mengen Jod aufzuspeichern, wie es die Untersuchungen verschiedener Forscher dartun (nach v. Fürth). Neben dem recht bedeutenden Fettgehalt ist noch eine geringe Menge von Kohlehydraten vertreten, und zwar hauptsächlich als Glykogen. Denn in dem zum Konservieren verwandten Alkohol schwammen die charakteristischen Glykogenflocken, die sich stets dadurch einstellen, daß das Glykogen nach dem Absterben der Tiere zuerst vom Wasser gelöst, dann vom Alkohol gefällt wird.

Für die Richtigkeit der Analyse von Collozoum wage ich mich nicht zu verbürgen, denn der enorme Seesalzgehalt von 86,5 % machte eine Elementaranalyse von vornherein unmöglich und hat auch vielleicht die Stickstoffanalyse ungünstig beeinflußt. Bemerkenswert ist der aus den Ölkugeln des Plasmaleibes stammende, für Einzellige beträchtliche Fettgehalt von 2 %. Die Asche (9,92 %) ist zum allergrößten Teil körperfremd und müßte eigentlich abgezogen werden; sie bestand hauptsächlich aus kleinen Kalkbröckchen. Der als Differenz berechnete Kohlehydratgehalt von 60 % scheint nicht zuviel zu sein, wenn man bedenkt, daß ein bedeutender Teil der Radiolarientrockensubstanz aus den Zooxanthellen, einzelligen Algen, besteht, die ja außerordentliche Mengen von Kohlehydraten enthalten. So gibt Brandt (Br., Beiträge etc.) für vorwiegend aus pflanzlichen Organismen bestehende Planktonfänge ganz ähnliche Zahlen, z. B. Analyse III, fast nur Peridineen: 20,24 % Eiweiß, 2,26 % Fett, 66,95 % Kohlehydrate, 8,55 % Asche. Auch der riesige Seesalzgehalt von 86,5 % ist nicht weiter verwunderlich, wenn man erwägt, daß sich Plasma : Gallerte : Vakuolenflüssigkeit = 1 : 339 : 660 verhält [Brandt, Biolog. u. faun. Untersuchungen an Radiolarien (Zoolog. Jahrb., Syst., 1895/96)].

Zur Gesamtheit der Analysen hätte ich nun noch zwei kurze Bemerkungen zu machen. Jedes Tier besitzt einen ihm spezifischen Trockensubstanzgeruch, diese einzelnen sind wieder zu Gruppengerüchen zusammenfaßbar, werden durch Konservierung in Alkohol, je länger desto mehr, verändert und haften offenbar am Fett oder sind jedenfalls ätherlöslich; denn die extrahierte Substanz ist so gut wie geruchlos. — Da der Gehalt an P_2O_5 zu seinem allergrößten Teil auf dem an Nukleïnen beruht, so muß sich eine Relation zwischen ihm und den Eiweiß- resp. Stickstoffmengen herstellen lassen (abgesehen von den meisten Crustaceen, bei denen die Einlagerung von $Ca_3P_2O_8$ in den Panzer das Verhältnis etwas verschiebt). Und das ist auch der Fall: im allgemeinen verhält sich $N : P_2O_5$ ungefähr = 6 : 1.

Studien

über die

Dünen unserer Ostseeküste

II. III.

Von

J. Reinke.

Mit 15 Abbildungen.

II. Der Abschnitt zwischen Memel und der russischen Grenze.

Nachdem ich das Küstengelände des Darss und des Zingst untersucht hatte, das, wenn auch schon zum Gebiete der östlichen Ostsee gehörig, doch noch von einer relativ salzreichen Meerflut bespült wird, erschien es mir verlockend, zunächst den Teil unserer Ostseeküste kennen zu lernen, der am weitesten nach Osten vorgeschoben ist und der darum auch vom salzärmsten Wasser beherrscht wird, das im Bereich der deutschen Meere vorkommt: es sind das die Dünengebiete der Provinz Ostpreußen.

Eine reiche Literatur über die ostpreußischen Küsten steht zur Verfügung, unter der nur auf die klassische Arbeit von Berendt: Geologie des Kurischen Haffs und seiner Umgebung, Königsberg 1869, hingewiesen sei. Weil diese Literatur bereits eine vollständige Verarbeitung sowohl in dem ausgezeichneten „Handbuch des deutschen Dünenbaues" von Paul Gerhardt (1900) wie auch in dem gleichfalls wertvollen „Dünenbuch" von Solger, Graebner usw. (1910) erfahren hat, kann hier von einer literargeschichtlichen Bearbeitung des Materials Abstand genommen werden, und ich werde mich im nachstehenden auf eine Bezugnahme auf die beiden genannten Werke beschränken.

Die Dünen der ostpreußischen Küste zerfallen in zwei durch die Mündung des Kurischen Haffs bei Memel gegebene Abschnitte: den Abschnitt nördlich und den südlich von Memel; der letztere fällt mit der Kurischen Nehrung zusammen. Denn der Küstenstrich zwischen Cranz und Pillau kommt für Dünenforschung weniger in Betracht. Da bei meinen eigenen Untersuchungen das Problem der Dünenanfänge, der Neubildung primärer Dünen auf dem Strande unter ihren natürlichen Bedingungen, d. h. ohne Eingreifen des Menschen, voranstand, so hatte ich längs der Kurischen Nehrung wenig Material für solche Studien zu erwarten, wohl aber am Strande zwischen Memel und Nimmersatt; denn in bezug auf diesen Abschnitt ging schon aus Gerhardts Handbuch hervor, daß sich dort „wilde" Dünen bis gegen den Strand vorschieben (vgl. namentlich die Abbildung S. 367), so daß ich an diesem Küstenstrich ein für meine Untersuchungen wertvolles Gelände zu finden erwarten durfte; auf der Kurischen Nehrung dagegen ist der Strand seiner ganzen Ausdehnung nach durch eine künstlich gezogene Vordüne begrenzt. Der botanische Teil meiner Aufgabe wurde mir wesentlich dadurch erleichtert, daß eine gründliche Bearbeitung der Dünenflora Ostpreußens in dem von Abromeit verfaßten Abschnitt des Gerhardt'schen Handbuchs vorlag, auf den hier ein für allemal hingewiesen sein möge; außerdem bietet das im „Dünenbuch" durch Graebner geschilderte Pflanzenleben auf den Dünen manchen wertvollen Fingerzeig.

An der Nordseeküste entstehen die ersten Anfänge der Dünen schon auf Abschnitten des Strandes, die periodisch von dem dort so salzreichen Meerwasser überflutet werden, und hier werden diese ersten Anfänge der Dünen beinahe ausschließlich aufgebaut durch *Triticum junceum*. Ähnliche von *Triticum junceum* gebildete Primär-Dünen fand ich bei Darsser-Ort und selbst noch am Strande des Zingst. Da *Triticum junceum* als eine salzholde Pflanze zu gelten hat, so stand im Vordergrunde meines Interesses die Frage, ob dieser Grasart auch

nördlich von Memel, d. h. am Strande bei Karkelbek und bei Nimmersatt, noch eine dünenbildende Rolle zufalle, obgleich dort das Ostseewasser nur noch einen sehr geringen Salzgehalt aufweist. Ich will diese Frage gleich generell durch die Bemerkung beantworten, daß ich auf dem ganzen Strande von der russischen Grenze bis gegen Rossitten auf der Kurischen Nehrung kein einziges Exemplar von *Triticum junceum* gefunden habe. Abromeit (l. c. S. 244) sagt darüber nur, daß *Tr. junceum* auf den Dünen des Ostseestrandes viel seltener als *Festuca rubra* var. *arenaria* vorkomme; auf der Tabelle S. 199 wird *Tr. junceum* von Abromeit allerdings auch für die Strandflora Ostpreußens angegeben.

Nach meinen Beobachtungen sind es andere Gewächse, die am Strande bei Karkelbek und Nimmersatt neue, primäre Dünen aufbauen; doch erscheint es zweckmäßig, das ganze Bild der dort vorhandenen natürlichen Dünenformationen im Zusammenhange vorzuführen.

Der Küstenstrich von Memel nordwärts bis zur russischen Grenze ist etwa 22 Kilometer lang. Nördlich der Stadt und des Kurischen Haffs beginnt ein Hochwald, der durch einen Streifen von Dünengelände und den davor gelagerten Strand vom Meere getrennt ist; bei der „Holländischen Mütze" stößt der Wald, der übrigens auch altes Dünenland bedeckt, hart gegen den Strand. Von der Haffmündung aus ist bis dahin auf der Binnenseite des Strandes eine künstliche Vordüne gezogen, hinter der andere sekundäre und tertiäre Dünen liegen. Innerhalb des Waldes erhebt sich das Gelände (alter Dünenboden) bei der „Holländischen Mütze" bis 26 m, südlich davon bis 35 m Höhe.

Fig. 1. Strand und Vordüne nördlich vom Memeler Seebade. Die Vordüne ist mit *Psamma arenaria* und mit Elymus, der Dünenfuß und der angrenzende Teil des Strandes mit *Honckenya peploides* bewachsen.

Schon bald nördlich vom Memeler Seebade findet man am Fuße der Vordüne und weiter auf dem Strande sich vorschiebend zahlreiche von *Honckenya peploides* bewachsene niedrige Sandhügel, die als Primär-Dünen anzusehen sind. Fig. 1 gibt ein Abbild davon; die dahinter liegende Vordüne ist mit *Psamma arenaria* und Elymus bewachsen. Die Honckenya findet sich hier aber auch oben auf den hinter der Vordüne gelegenen älteren Dünen, zusammen mit *Pisum maritimum,* das auch am Seehang der Vordüne herabsteigt. Weiter nördlich gegen die „Holländische Mütze" hin ist der Strand überwiegend pflanzenleer; auf der zweiten Dünenreihe sind *Pinus montana* und *silvestris* angepflanzt. Bei der „Holländischen Mütze" bedeckt alter Kiefernwald den Dünenhang bis auf den Strand hinunter.

Nordwärts der „Holländischen Mütze" zieht sich vor der Ortschaft Karkelbek in mehrfacher Kette ein Zug natürlicher, sekundärer Dünen hin. Oben auf diesen Dünen fanden sich *Psamma arenaria* und *baltica, Koeleria glauca, Honckenya,* viel *Astralagus arenarius, Oenothera biennis, Sedum acre, Artemisia campestris, Petasites tomentosus, Tragopogon floccosus, Hieracium*

umbellatum, Vicia Cracca, Centaurea Scabiosa, Thymus angustifolius, Helychrysum arenarium, Elymus arenarius, Calamagrostis Epigeios, Festuca rubra. Die auffallendste Pflanze dieser Dünen war für mich aber *Gypsophila paniculata*, das Schleierkraut; seine einzelstehenden Exemplare bilden mit ihrer zierlichen Verzweigung und ihren feinen weißen Blüten halbkuglig gestaltete lockere Polster von fast $^1/_2$ m Höhe. Auf dem Strande vor diesen Dünen beobachtete ich *Elymus arenarius, Psamma arenaria, Festuca rubra, Salsola Kali,* besonders aber *Honckenya,* die hier in Wechselwirkung mit dem Sande bis $^1/_2$ m hohe Primär-Dünen aufbaut. An anderen Stellen wurden auch durch *Elymus,* durch *Psamma arenaria*, durch *Festuca rubra* kleine Primär-Dünen gebildet, zwischen denen *Linaria odora, Kakile maritima, Salsola Kali* und *Corispermum intermedium* wuchsen. Als ganz vorwiegender Bildner der Primär-Dünen längs dieses von einem salzarmen Meer bespülten Strandes muß aber zweifellos *Honckenya peploides* gelten, die an dieser Küste eine ähnliche Rolle für die erste Entstehung der Dünen spielt, wie *Triticum junceum* an der Nordsee. Von dieser Grasart war, wie schon früher bemerkt, hier keine Spur zu entdecken. Offenbar gedeiht hier *Honckenya* weit besser als an der Nordseeküste. Sie wird durch Flugsand verschüttet und wächst in üppigen, dunkelgrünen Rasen durch ihn hindurch, so daß bei fortgesetztem Sandflug vor den sekundären Dünen auf dem Strande durch sie ansehnliche Primär-Dünen aufgebaut werden, auf deren Kuppen sich dann die Vegetation der sekundären Dünen ansiedelt, um in fortgesetzter Wechselwirkung mit Sand und Wind zu immer beträchtlicherer Höhe heranzuwachsen. An der Nordsee fällt die Rolle der primären Dünenbildung ganz überwiegend dem *Triticum junceum* zu, weil dies nicht nur salzhaltigen Boden liebt, sondern auch die Überflutung durch Salzwasser gut verträgt. Dies Moment ist an der Küste der östlichen Ostsee wegen deren Salzarmut ausgeschaltet, so daß die verschiedensten, Benetzung mit Salzwasser schlecht vertragenden Pflanzen hier auf dem flachen Sandstrande als erste Dünenbilder fungieren können; ihnen allen voran aber steht unzweifelhaft *Honckenya*.

Fig. 2. *Honckenya peploides* vor einer „wilden" Sekundar-Düne auf dem Strande bei Karkelbek.

In Fig. 2 bemerkt man im Vordergrunde ein paar Pflanzen von *Elymus arenarius,*

Fig. 3. Von Honckenya gebildete Primär-Düne bei Karkelbek.

Fig. 4. Von Honckenya gebildete Primär-Düne auf dem Strande bei Karkelbek.

darüber am Fuße der natürlichen Sekundär-Düne einen von *Honckenya* gebildeten primären Dünenwall, auf dem sich (in der Abbildung rechts) einige Exemplare von *Corispermum intermedium* angesiedelt haben. Fig. 3 zeigt, von *Festuca rubra* und *Carex arenaria* umgeben, eine kleine, kuppenförmige Honckenya-Düne; dahinter bemerkt man die alten Sekundär-Dünen, in die ein von Bäumen umgebenes Haus hineingebaut ist. Fig. 4 ist die Kuppe einer auf dem Strande gebildeten, sehr reinen Honckenya-Düne; man beachte den von den einzelnen Pflänzchen im Sonnenlicht geworfenen Schatten. Weiter nordwärts beobachtete ich auf dem von vielen großen, gerollten Kieseln bedeckten Strande auch ansehnliche, von *Psamma arenaria* und *Festuca rubra* aufgebaute Primär-Dünen. Fig. 5 ist die Aufnahme einer solchen Düne aus der Nähe des Rettungsschuppens zwischen Karkelbek und Nimmersatt.

Fig. 5. Von *Psamma arenaria* und *Festuca rubra* gebildete Primär-Düne auf dem Strande nördlich von Karkelbek.

Von den „wilden", sehr stark zerklüfteten Sekundär-Dünen bei Karkelbek gibt Gerhardt (S. 367) eine gute Abbildung, die mit dem Blicke auf das Meer aufgenommen wurde. Fig. 6 ist eine Aufnahme solcher Dünen vom Strande

aus; sie erinnern an die sekundären Dünen der ostfriesischen Inseln. Vom Winde stark zerrissen, zeigen diese Dünen oft tiefe Auskehlungen bis auf den ursprünglichen Strand hinab, der sich als solcher durch grobe Kieselsteine bemerklich macht. Fig. 7 ist eine solche ausgewehte Windmulde in den alten Dünen bei Karkelbek; im Hintergrunde Bäume und Gebäude der Ortschaft. Die den Grund der Mulde bedeckenden Kiesel beweisen, daß hier einst Strand bezw. Meeresboden war und daß die Dünenbildung langsam gegen das Meer vorgerückt ist, wobei den auf dem Strande entstandenen Primär-Dünen die Pionierarbeit zufiel. Solche Primär-Dünen entstehen immer nur am Fuß der sekundären Dünen; weiter gegen die See hin ist der Strand vegetationslos, weil hier offenbar durch Nordweststürme und die mit diesen verbundene Überflutung der Sand in Bewegung gehalten wird, so daß die Pflanzen nicht festen Fuß fassen können. Voraussetzung eines seewärts gerichteten Vorrückens der Dünen ist der stete Auswurf von Sand aus dem Meere. Durch Abbrüche bei Sturmfluten wird dann diese fortschreitende Besiedlung des Strandes mit Dünen wieder aufgehalten. Doch solche

Fig. 6. Kette „wilder", zerklüfteter Sekundär-Dunen mit vorliegendem Strande bei Karkelbek.

Fig. 7. Ausgewehte Windmulde im Innern der alten Dünen bei Karkelbek; auf dem Grunde der Mulde bemerkt man größere Kieselsteine.

Abbrüche und Einbrüche des Windes in die Dünenkette verheilen wieder, indem *Honckenya* und die Dünengräser einen neuen Sandwall, eine neue Böschung davor aufbauen. Ganz weiß gewehte Dünen sah ich an jenem Strandabschnitte nicht.

Vor Karkelbek finden sich alle Zwischenstufen zwischen den primären und den sekundären Dünen.

Hierbei pflegt in den meisten Fällen zunächst *Honckenya* aufzutreten, dann kommen *Festuca rubra* und *Elymus arenarius* hinzu, vereinzelt auch *Psamma arenaria;* erst wenn die Düne zu einem höheren Rücken emporgewachsen ist, überwiegt letztere Grasart vollständig. An einer Stelle zwischen Karkelbek und Nimmersatt sind die sekundären Dünen streckenweise niedrig und zerrissen. Hier wuchs *Calamagrostis Epigeios.*

Insofern man auch an dieser Küste von einem Übergang der sekundären Dünen in tertiäre sprechen kann, siedeln sich auf den letzteren, mehr landeinwärts gelegenen Dünen Holzgewächse an: Weiden *(Salix acutifolia* und *purpurea),* Silberpappeln und Schwarzerlen. Zwischen ihnen war an einer Stelle massenhaft *Anthyllis vulneraria* vorhanden. Gegen Nimmersatt hin findet man uralte, zu größeren Bäumen entwickelte Erlen auf den Dünen, teilweise verkrüppelt und durch den Wind schief gelegt, die alten Stämme zum Teil abgestorben. Dazwischen immer wieder Dünentäler, die durch den Sturm ausgehöhlt sind und vielfach den weißen Sand hervortreten lassen (Fig. 8). Der Pflanzenwuchs dieser Dünen besteht hauptsächlich aus *Carex arenaria, Weingärtnera canescens, Festuca rubra, Trifolium arvense, Thymus angustifolius, Tragopogon floccosus, Galium verum,* stellenweise *Salix repens.* An einer Stelle waren *Pinus montana* und *silvestris* angepflanzt; an manchen Abhängen stehen auch Weiden und verkümmerte Birken. Mitunter bemerkt man ein Exemplar von *Sorbus Aucuparia.*

Fig. 8. Windmulde zwischen alten, tertiären Dünen bei Nimmersatt; auf ihrem Grunde haben sich neue Primär-Dünen durch *Festuca rubra* und Psamma gebildet.

Zwischen dem Dorfe Nimmersatt und dem Strande erstreckt sich ein Kiefernwald *(Pinus silvestris);* neben jungen Stämmen finden sich, mehr einzeln stehend, alte, ja uralte Kiefern; dazwischen eingesprengt Erlen, Birken, Weiden, Wacholderbüsche. Dieser Wald steht auf einem Dünenplateau, das ziemlich steil und zerklüftet zum Strande abfällt. Mehrfach

finden sich freie Stellen im Walde, auf denen viel *Thymus angustifolius* wächst. Wo der Wind tiefere Sandmulden ausgekehlt und den Sand über die alten Dünen geworfen hat, stellen sich sofort die Dünengräser ein, besonders häufig *Festuca rubra;* häufig sind auch *Astragalus arenarius, Corispermum intermedium, Tragopogon floccosus, Viola tricolor, Linaria odora;* letztere wächst z. B. zwischen dem preußischen und dem russischen Grenzpfahl.

Auf dem Grunde mehrerer Windmulden sind durch Abblasen des Sandes alte, vermorschte Kiefernstümpfe freigelegt, die beweisen, daß vor dem jetzt bestehenden Walde, der im gegenwärtigen Dünenplateau wurzelt, ein früherer Kiefernwald bestanden hat, dessen Wurzeln in einem Niveau hafteten, das von der Höhe des jetzigen Strandes wenig verschieden war. Dieser ältere Wald wurde durch Sand verschüttet, und oben auf dem Sande siedelte der neue Wald sich an.

III. Die Kurische Nehrung.

Die allgemeinen geologischen Verhältnisse der Kurischen Nehrung haben so vielfache und eingehende Besprechung in der Literatur gefunden, daß von einer umfassenden Schilderung derselben abgesehen werden kann. Ich verweise insbesondere auf die Bücher von Gerhardt und von Solger, welches letztere den Dünen dieser Nehrung auf S. 66 bis 90 einen besonderen Abschnitt gewidmet hat. Hier möge nur eine Anzahl eigener Beobachtungen Platz finden, die ich beim Bereisen der Nehrung von Süderspitze bei Memel bis Rossitten aufgezeichnet habe; leider ist durch ein Versagen des photographischen Apparats die Mehrzahl meiner Photographien mißraten, so daß ich nur ein paar vereinzelte Aufnahmen mitteilen kann.

Die Kurische Nehrung ist ein schmaler, nahezu von Norden nach Süden in der Länge von fast 100 Kilometern verlaufender Landstreifen, der das Kurische Haff von der Ostsee scheidet; im Süden hängt die Nehrung mit dem Festlande zusammen, im Norden ist ihre Spitze, die seltsamerweise den Namen Süderspitze führt, durch die Mündung des Haffs vom Festlande bei Memel getrennt. Die Nehrung zerfällt in drei Längsstreifen: in den an der Ostsee sich entlang ziehenden Strand; in ein daran anschließendes, mehr oder weniger ebenes, aber Pflanzenwuchs tragendes Gelände, das kurzweg das Vorland genannt sein möge; in die längs des Haffs sich hinziehenden vielfach ganz kahl erscheinenden Dünen. Diese Dünen, die berühmten Wanderdünen der Nehrung, fallen teilweise mit steiler Böschung (Sturzdüne) gegen das Haff ab, während eine sanftere Böschung sich nach Westen, zum Vorlande, neigt. Stellenweise lagern auch Wiesenplane von beschränkter Ausdehnung zwischen dem Dünenzuge und dem Haff, und auf solchen Wiesen sind meistens die Dörfer erbaut. Im allgemeinen aber streicht der Dünenzug nahe der Haffküste entlang und ist von der Ostseeküste durch das ebene Vorland und den Sandstrand getrennt. Zwischen Strand und Vorland schiebt sich längs der ganzen Nehrung von Memel bis Cranz eine künstlich gezogene Vordüne ein, ein grasbewachsener, aus Sand bestehender Deich, der sich durch den vom Strande herkommenden Sandflug stellenweise landeinwärts etwas verbreitert. Hier und da sind auch mehrere Vordünen

hintereinander gezogen, so beim Sandkrug, gegenüber Memel. Über Anzucht und Erhaltung der Vordüne möge man Gerhardts Handbuch vergleichen. Die Vordüne schützt das ebene Vorland vor Überflutung durch die Ostsee; bei sorgfältiger Beobachtung der Regeln für ihre Kultur hemmt sie auch die Versandung des Vorlandes. In Fig. 9 ist eine Aufnahme des stellenweise mit Weiden (*Salix repens* und *daphnoides*), Birken und Kiefern bewachsenen Vorlandes mit dem leider etwas schattenhaft ausgefallenen Umriß der Wanderdünen im Hintergrunde wiedergegeben; im Rücken des Beschauers befindet sich die Vordüne und weiterhin der Ostseestrand. Der Sand der Wanderdünen erscheint von gelblich-weißer Farbe; auf unserer Abbildung bemerkt man nirgends eine Spur von Pflanzenwuchs auf denselben. Die Aufnahme wurde südlich von Nidden gemacht.

Fig. 9. Bewachsenes Vorland der Kurischen Nehrung südlich von Nidden; im Hintergrunde (etwas undeutlich) die völlig kahle Wanderdüne.

Als Unterlage des ebenen Vorlandes findet man überall Sand; nur bei Rossitten ist eine lehmige Diluvialscholle in die Nehrung eingesprengt, und Solger vermutet (S. 71), daß dieser Diluvialboden auf eine einstige Insel hindeute.

Soweit die Wanderdünen nicht durch Bepflanzung festgelegt sind — wovon später die Rede sein wird —, bewegen sie sich langsam von Westen nach Osten gegen das Haff und in dieses hinein. Ihre Höhe ist durchweg beträchtlich und steigt südlich von Nidden bis 61 Meter. Es kann wohl nicht bezweifelt werden, daß dieser Dünenzug einst auf der Westseite des Vorlandes entstand, dort, wo sich jetzt die Vordüne befindet, dann langsam unter dem Einfluß des Windes die Ebene durchwanderte bis an den Ort, wo er jetzt lagert. Mit Solger (S. 74) bin ich der Meinung, daß diese Wanderdünen schon bei Beginn der Wanderung mindestens so hoch waren wie jetzt, und daß sie beim Wandern langsam an Größe abnehmen, sofern sie auf ihrer First keinen Pflanzenwuchs mehr tragen. Ich stelle mir vor, daß diese Dünen der Kurischen Nehrung einen ähnlichen Ursprung hatten wie die vor Karkelbek beobachteten und beschriebenen Primär-Dünen. Auf dem Strande, bezw. auf einer aus dem Meere ausgeschiedenen Sandbank traten zuerst Siedelungen von *Honckenya peploides, Festuca rubra* und anderen Strandpflanzen auf und bildeten in Wechselwirkung mit dem Flugsande Primär-Dünen, die durch alsbaldigen Hinzutritt von Elymus und Psamma schnell zu Sekundär-Dünen emporwuchsen. Wenn die Höhe dieser Dünen eine so ansehnliche ist, daß sie die nördlich von Memel gelegenen um das Doppelte übertrifft, so macht Solger (S. 69) als Grund dafür

geltend, daß die sehr lange, fast gerade Küstenlinie lange Zeit unverrückt festgelegen habe, sich gegen die Ostsee weder vorschob, noch zurückwich, und daß hierin die Veranlassung für das andauernde Emporwachsen der Dünen, bezw. hohe Auftürmen des Sandes zu erblicken sei.

Es liegen Gründe für die Annahme vor, daß die Dünen der Kurischen Nehrung einst in weiter Ausdehnung bewaldet waren; heute findet man Reste dieses alten Kiefernwaldes noch bei Schwarzort und bei Nidden. Unter den Bäumen verschwanden die dünenbildenden Gräser, doch die Wurzeln der Kiefern dienten selbst zur Befestigung der Dünen; nur konnten auch die Bäume durch Sturmwind entwurzelt oder durch Sandflug mehr oder weniger verschüttet werden, wie sich das unter anderm bei Schwarzort beobachten läßt. Wenn aber Solger meint (S. 67), daß die Dünen erst seit etwa 150 Jahren sich in Bewegung gesetzt hätten, gewandert wären, weil während des siebenjährigen Krieges die Russen ihren Waldbestand abgeholzt hätten, so kann ich ihm darin nicht folgen. Einmal läßt sich der Nachweis nicht erbringen, daß im siebenjährigen Kriege eine Abholzung erfolgt ist; unter den Bewohnern der Nehrung fand ich vielmehr die Meinung vertreten, daß die Vernichtung der alten Wälder durch Waldbrände erfolgt sei, wofür manche verkohlte Baumstümpfe zu sprechen scheinen, die in den Dünen stecken. Nun findet man aber zahlreiche Spuren alter Wälder in und auf den jetzigen Wanderdünen, südlich von Schwarzort und südlich von Nidden. Stümpfe und Wurzeln der Kiefern stecken dort in großer Zahl im Sande; sie sind vielfach durch Striche humusreicher Erde miteinander verbunden. Der Wald, dessen Reste man hier findet, hat also unzweifelhaft einst die Dünen an der Stelle bedeckt, wo sie sich in der Gegenwart befinden; und da der Wald nicht mitwandern konnte, müssen die Dünen dorthin gewandert sein, bevor sich ihre Bewaldung vollzog. Daraus ergibt sich der Schluß, daß die Wanderung dieser Dünen vom Ostseestrande bis zum Haff im allgemeinen vor längerer Zeit begonnen hat, als Solger es annimmt. Vielleicht war einst die Ostseite der Nehrung stellenweise mit niedrigeren Sandhügeln bedeckt, auf denen der Wald sich ansiedelte, und er ward dann durch die von Westen heranwandernden Dünen mehr oder weniger tief verschüttet. An einzelnen Stellen haben die Wanderdünen an der Ostseite der Nehrung auch im Laufe des 19. Jahrhunderts große Fortschritte gemacht. So zeigte Berendt, daß zu Anfang des vorigen Jahrhunderts die Wanderdüne westlich der Kirche von Kunzen lag; 1839 war diese Kirche von der Düne verschüttet; 1869 war die Kirche wieder frei, die Wanderdüne lag östlich derselben nahe am Haff. Die Düne war bei dieser Wanderung immer niedriger geworden.

In neuerer Zeit hat man mit unsäglicher Mühe und großen Kosten einen Teil der Wanderdünen durch Beforstung festgelegt. Auf der ganzen Strecke von Süderspitze bis Schwarzort ist der Dünenrücken in das grüne Kleid niedriger Kiefern gehüllt. Diese Bepflanzung bedeutet eine gewaltige Kulturtat; durch sie wurde das nördliche Stück des Kurischen Haffs vor Versandung und mehrere kleinere Ortschaften der mittleren Nehrung (Perweik, Preil, Pillkoppen), wahrscheinlich aber auch die Stadt Memel vor dem Untergange bewahrt; wenigstens wäre Memel als blühende Handelsstadt durch die Versandung der Mündung des Kurischen Haffs vernichtet worden.

Im nachstehenden gebe ich die Aufzeichnungen wieder, die ich bei Durchwanderung der Nehrung von Norden nach Süden gemacht habe.

In der Umgebung des Sandkrugs, gegenüber Memel, hatte ich mich der liebenswürdigen Führung des Düneninspektors Schieweck zu erfreuen, eines Mannes, der sich die größten Verdienste um die Bepflanzung der Dünenrücken erworben hat.

In der Nähe des Sandkrugs kann man drei Reihen in der Dünenformation unterscheiden. Die erste, westlichste Reihe ist die junge, parallel zum Ostseestrande gezogene, künstliche Vordüne; sie ist dicht bewachsen mit *Psamma arenaria* und *baltica, Elymus arenarius, Festuca rubra.* Am Fuß dieser Vordüne findet man an vielen Stellen *Honckenya peploides* im Sande wachsend und kleine Hügel bildend; die durch sie hervorgerufene spontane Bildung von Primär-Dünen, die nördlich von Memel so sehr in Betracht kommt, spielt hier aber eine untergeordnete Rolle gegenüber der künstlichen Anzucht der Vordüne, die viel schneller emporwächst als die wilden Primär-Dünen. Die First dieser Vordüne läßt man nicht über zehn bis bis zwölf Meter Höhe anwachsen. Die bei Sandkrug vorhandene Vordüne wurde im Jahre 1874 angelegt.

Als zweite Reihe möchte ich die östlich dahinter befindlichen Reste alter, gleichfalls künstlich gezogener Vordünen bezeichnen. Hier finden sich zahlreiche, für die Pflanzendecke tertiärer Dünen in dortiger Gegend charakteristische Gewächse: so *Astragalus arenarius, Linaria odora, Hieracium umbellatum,* eine hohe Form von *Silene Otites* mit verzweigtem Stengel, *Salix acutifolia* und vor allen Dingen die schöne *Gypsophila paniculata,* deren fast kuglige Stauden dort in großer Menge auftreten.

Die dritte Reihe jenes Dünengeländes ist mit einem dichten, künstlich gezogenen Kieferngehölz bepflanzt. An der nach Westen gekehrten Luvseite findet sich ein dichter Bestand von *Pinus montana;* dahinter, der Leeseite zu, hat man *Pinus silvestris* gezogen. Die anspruchslosere Zwergföhre dient als Pionier der Aufforstung, in deren Schutz man die eigentliche Kiefer als Waldbaum der Zukunft aufzieht. Vor wenig Jahrzehnten war dieser ganze, dem Haff zugekehrte Dünenzug weißer, wandernder Flugsand, und Menschenhände haben Bewunderungswürdiges geleistet, diesen Sandrücken bis gegen Schwarzort hin in grünen Wald, wenn auch großenteils erst in einen Zwergwald, zu verwandeln. Nach Mitteilung des Düneninspektors Herrn Schieweck befand sich auch hier einst ein alter Kiefernwald, der mit Birken und Eichen untermischt war, auf deren Reste man bei der Neubepflanzung gestoßen ist.

Die größte Sorgfalt wird seitens der Dünen-Bauverwaltung auf die Erhaltung der Vordüne in ihrem jetzigen Zustande verwendet. Man sucht sie, etwa 40 m von der Wasserkante entfernt, möglichst geradlinig zu ziehen und hält darauf, daß der davor liegende Strand nicht breiter und nicht schmäler wird. Die Strandlinie richtet sich nach der Vordüne. Ist die Düne geradlinig gezogen, so bleibt auch die Strandlinie gerade; ist die Düne ausgebuchtet, so erhält auch die Strandlinie Buchten. Soweit ebenes Gelände zwischen Vordüne und der mit einem grünen Teppich bekleideten Hauptdüne vorhanden ist, hat man auf demselben Buschwald von Schwarzerlen, Birken und anderen Laubhölzern angepflanzt, in welchem, wie auch an anderen Stellen der Nehrung, Elchwild sein Wesen treibt.

Bei Schwarzort ist die hier sehr zerklüftete Hauptdüne, die sich bis zu 53 m Höhe erhebt, mit prächtigem, altem Kiefernwalde bestanden, in dem uralte Bäume noch zahlreich vorhanden sind, und der bis gegen die Vordüne hinabreicht; der vor letzterer liegende Badestrand ist nur etwa 30 m breit. Die First der Vordüne ist hier auch etwa 20 m breit und trägt eine reiche Vegetation, die sie als tertiäre Dünenbekleidung kennzeichnet. Ich beobachtete oben auf der Vordüne sehr viel *Honckenya;* stellenweise bedeckt diese Pflanze die Fläche fast allein. Außerdem fanden sich mehr oder weniger reichlich *Festuca rubra* und *Weingärtnera canescens,* nur vereinzelt *Psamma arenaria* und *baltica.* Ferner finden sich dort *Hieracium umbellatum, Tragopogon floccosus, Linaria odora, Astragalus arenarius, Eryngium maritimum* (vereinzelt), *Pisum maritimum,* besonders häufig auf der seewärts geneigten Böschung der Vordüne, die stellenweise auch ganz dunkelgrün gefärbt ist von *Honckenya,* welche sich am Dünenfuß bis auf den Strand verbreitet. Oben auf der Vordüne standen vereinzelt große Stauden von *Gypsophila paniculata*; auf der Landseite der Vordüne wuchsen *Thymus angustifolius, Jasione montana* und *Salix acutifolia.* Das niedrige Gelände zwischen der Vordüne und der bewaldeten Hochdüne war bepflanzt mit *Pinus montana, P. silvestris* und Birken.

Auch an lichten Plätzen der höchsten Stellen der bewaldeten Hochdüne fand sich noch *Honckenya.* Sonst zeigten sich dort *Juniperus communis, Calluna vulgaris, Majanthemum bifolium, Vaccinium Myrtillus* und *Vitis Idaea, Trientalis europaea, Melampyrum pratense, Empetrum nigrum, Pteris aquilina, Aspidium spinulosum, Epilobium angustifolium, Convallaria Polygonatum, Linnaea borealis, Lycopodium anotinum, Oxalis acetosella, Aira flexuosa.* In den tiefen Schluchten dieses alten Kiefernwaldes finden sich vereinzelt auch alte Eichen und Birken, sowie *Populus tremula* und *Sorbus Aucuparia.*

Südlich des „Urwaldes" von Schwarzort beginnt nun, am Ufer des Haffs hinziehend, die weiße Düne, d. h. hier ist die Wanderdüne noch nicht durch Bepflanzung festgelegt und leuchtet in der gelblich-weißen Farbe ihres Sandes. In den Schwarzort benachbarten Teilen dieser hohen Düne erblickt man auf ihrem Kamm noch zahlreiche grasbewachsene Köpfe, bald einzelne größere, bald kleinere, truppweise beisammen stehend (vgl. Fig. 10 und 11). Das Gras besteht überwiegend aus *Psamma arenaria, Festuca rubra, Weingärtnera canescens.* Das Vorland zwischen der hohen Düne und

Fig. 10. First der hohen, weißen Dune südlich von Schwarzort, mit grasbewachsenen Kuppen.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE MASS. LIBRARY

Fig. 11. Eine ähnliche Stelle des Dünenfirstes wie Fig. 10, weiter südlich aufgenommen.

der Vordüne trägt truppweise Birken, Erlen, Espen, Kiefern, Weiden, besonders *Salix daphnoides,* weiter südlich auch viel *Salix repens.* Von niedrigen Pflanzen bemerkte ich in den Gebüschen *Vaccinium vitis idaea, Pirola minor, Erythraea Centaurium, Empetrum nigrum;* an den freieren Plätzen die gewöhnlichen Sandgräser, *Phragmites communis, Linaria odora, Tragopogon floccosus, Helichrysum arenarium, Trifolium arvense, Astragalus arenarius, Juniperus communis, Jasione montana, Carex arenaria, Hieracium umbellatum, Eryngium maritimum, Petasites tomentosus, Corispermum intermedium, Calluna vulgaris, Honckenya peploides, Pisum maritimum, Viola tricolor* und *canina, Linaria vulgaris, Thymus angustifolius;* diese letztere Pflanze möchte ich für spezifisch verschieden halten von dem echten *Thymus Serpyllum,* von dem sie sich auch dadurch unterscheidet, daß sie fast geruchlos ist.

Die hohe Düne, welche gegen das Haff steil abstürzt, trägt an dieser östlichen Böschung zahlreiche Horste von junger *Psamma arenaria,* um die sich überall Primär-Dünen bilden, die der alten Hochdüne aufgesetzt sind, ein Zeichen des hier unausgesetzt vor sich gehenden frischen Sandfluges. Zwischen den fast an die Zähne einer Säge erinnernden grasbewachsenen Köpfen längs des Kammes der Hochdüne, die als tertiäre Grasdünen gelten müssen, finden sich mehr oder weniger ausgedehnte Joche reinen Flugsandes, und wo der Sturm einen solchen alten Kopf hinwegreißt, entsteht eine Verbreiterung des Joches. Diese Grasköpfe zeigen, daß die jetzigen Wanderdünen in analoger Weise emporgewachsen sind, wie die hohen Dünen der Nordseeküste, z. B. bei List auf Sylt, und sie bezeichnen zugleich die ursprüngliche Höhe der Dünen, die sich sofort vermindert, wenn durch den Wind ein solcher Graskopf beseitigt wird. Dort ist vielfach ein rötlich-gelber Ton über die kahle Düne gebreitet; er rührt her von gröberen Sandkörnern, die durch die Sandbewegung nach oben gerüttelt sind und die einem rötlichen Granitmaterial entstammen dürften. Da die Vordüne den weiteren Zuflug des Sandes vom Seestrande her hindert, muß die Hochdüne fortgesetzt niedriger werden, sofern nicht die auf ihr vorkommenden Gräser ein weiteres Anwachsen in die Höhe bewirken. Auf dem kahlen Westabhange der Wanderdünen fand ich vereinzelte Pflanzen von *Salsola Kali* und von blühendem Elymus, das hier bei der späten Jahreszeit[1]) zum zweiten Male zu blühen schien.

[1]) Meine Bereisung der Nehrung fand in der zweiten Hälfte des August 1911 statt.

An einigen Stellen finden sich auch Reste alten „Urwaldes“, die sich zu erkennen geben in Baumstümpfen, die im Sande stecken, und in humusreichen Erdstrichen zwischen denselben. In Fig. 12 ist eine solche Stelle abgebildet; auf dem First der Düne bemerkt man grasbewachsene Stellen; auch in der Mitte des Bildes steht ein größerer Büschel von Psamma. Die dunklen Flecke links und rechts davon sind Baumstümpfe, in deren Mitte eine Art von Grat verläuft, der aus mehr oder weniger mit Sand bedecktem Waldboden besteht. Hier fand ich im Sande zahlreiche Splitter aus Kiefernholz, die auf dem Sande durch die Bewegung des Windes vollkommen glatt gerollt waren, wie gerollte Kiesel am Strande.

Fig. 12. Reste eines alten Waldbodens im Sande der Hochdüne südlich Schwarzort.

In der Nähe des Dorfes Perwelk und von dort bis Nidden ist die Hochdüne wieder durch Bepflanzung befestigt. Zwischen der Düne bei Perwelk und dem Haff bemerkt man eine größere Wiesenfläche, und auf dieser hat sich ein Zug „wilder“ Dünen längs der Haffseite entwickelt. Bei der alten Dorfstelle Karwaiten und bei Preil fallen die Dünen sehr steil zum Haff ab, und bei letzterer Ortschaft war die Befestigung der Düne offenbar sehr wichtig, da sie schon ganz nahe an das Dorf herangerückt ist.

Unmittelbar nördlich von Nidden finden sich noch einige relativ niedrige, unbefestigte Wanderdünen. An einer Stelle zwischen diesen fehlt der Dünenzug ganz, so daß das ebene Vorland sich von der Vordüne bis gegen das Haff hin erstreckt; man kann wenigstens vom Dampfboot aus den Buschwald des Vorlandes sehen.

Fig. 13. Jüngerer Dünenwald westlich von Nidden.

Die Ortschaft Nidden liegt mit den dicht daran grenzenden Dörfern Skrusdine und Purwien am Haff vor der hohen, bewaldeten Düne. In der Nähe der Ortschaften, besonders nörd-

lich vom Kirchhofe, stehen ganz alte Kiefern auf der hohen Düne, die sich zum Seestrande hin mit jüngeren Waldbäumen bedeckt hat, überwiegend Kiefern, stellenweise auch Birken und Erlen. Fig. 13 ist eine Ansicht dieses jüngeren Strandwaldes, von einer kleinen Waldwiese aus aufgenommen. Zwischen diesem Strandwalde und der Vordüne findet sich ein Gelände mit niedrigen Sandhügeln und Weidenbüschen. Oben auf der Vordüne bemerkte ich *Honckenya*, sehr reine *Psamma arenaria, Hieracium umbellatum, Linaria odora, Tragopogon floccosus, Petasites tomentosus, Astragalus arenarius, Pisum maritimum, Kakile maritima, Eryngium maritimum*, stellenweise auch *Calamagrostis Epigeios, Psamma baltica* und *Elymus arenarius;* Petasites, Honckenya, Psamma und Elymus steigen auch an den Fuß der Vordüne und auf den Strand hinab und bilden hier (mit Ausnahme von Petasites) im Sande Anfänge von Primär-Dünen. Ich sah hier den Strand an manchen Stellen mit großen Rollkieseln bedeckt, die an den Heiligen Damm bei Dobberan erinnerten.

Südlich von Nidden ist nur noch ein kurzes Stück der hohen Düne durch Bepflanzung mit *Pinus montana* befestigt; der ganze übrige Teil bis dicht vor Pillkoppen zeigt einen völlig oder nahezu völlig vegetationslosen Sandrücken. Dieser Rücken ist auch im Hintergrunde der Fig. 9 abgebildet. Nur selten findet man auf seiner First noch ein paar grasbewachsene Hügel, wie in Fig. 14, wo im Vordergrunde Büschel von *Psamma arenaria* am Fuße der Wanderdüne zu sehen sind. Der Umwandlungsprozeß der grasbewachsenen Tertiär-Düne in eine weiße Wanderdüne ist hier also weiter fortgeschritten als südlich von Schwarzort, er ist hier meistens vollendet. An der auf den Karten als Pestkirchhof bezeichneten Stelle liegen einzelne Knochen umher; dort fand ich fast bis zum Kamm der Düne hinauf, die hier die Höhe von 61 m erreicht, vereinzelte Stauden von *Salsola Kali;* ihr Standort spricht dafür, daß diese Pflanze weit mehr Psammophyt als Halophyt ist, denn der Sand dieses Dünenhanges ist sicher durch Regen längst seines Kochsalzgehaltes beraubt worden. An manchen Stellen finden sich auf dem westlichen Dünenhange dunkle, hieroglyphenartige Linien, die größtenteils aus papiertorfartigem Waldhumus bestehen. Ganz oben auf der Düne fanden sich auch Streifen eines lockeren, geschichteten Sandsteins, der durch Zusammenbacken von Sandkörnern entstanden ist; die Natur des Bindemittels vermochte ich nicht festzustellen. Eine Stelle des Dünenhanges,

Fig. 14. Rücken der hohen Düne südlich von Nidden.

südlich vom Pestkirchhof, die mit den erwähnten dunklen Humuslinien bedeckt ist und hier und da auch alte Baumstümpfe zeigt, wurde in Fig. 15 abgebildet. Am Fuß der Düne, dort, wo sich die berüchtigte Triebsandrinne findet, bemerkt man einen fortlaufenden Streifen von blühendem *Calamagrostis Epigeios*; dies Gras bildet auch stellenweise auf der Düne selbst noch kleine Horste. Außerdem wuchs auf dem unteren Teile der Düne viel *Linaria odora*, am Fuße der Düne *Viola tricolor, Thymus angustifolius, Hieracium umbellatum, Jasione montana, Weingärtnera canescens, Carex arenaria*. Das Gelände bis zur Vordüne hin ist teils von Birkengehölz, teils von Weideland eingenommen. In der Nähe von Pillkoppen war die Vordüne von unten bis oben mit *Petasites tomentosus* bedeckt.

Fig. 15. Abhang der kahlen, hohen Dune mit alten Waldresten; südlich von Nidden.

Das Dorf Pillkoppen liegt am Haff auf einem kleinen, ebenen Vorlande, das sich nach Westen verschmälert und die hohe Düne durchbricht bis gegen die Vordüne hin, die hier von einem Fahrwege zum Strande durchschnitten ist, auf dem einige Fischerboote liegen. Südwestlich von Pillkoppen ist die hohe Düne bis unmittelbar an die Häuser des Ortes herangewandert, so daß diese im höchsten Grade bedroht waren; jetzt ist aber diese Düne ganz durch Bepflanzung mit *Pinus montana* befestigt und die Gefahr damit beseitigt. Dagegen befindet sich nördlich der kleinen Ebene von Pillkoppen noch eine 58 m hohe, gänzlich vegetationslose Wanderdüne, die aber vom Orte weiter entfernt ist als die südliche. Auch bei Pillkoppen lagen am Ostseestrande viele gerollte Kiesel, die zum Teil sehr klein waren, mit allen Übergängen zu wirklichen Sandkörnern.

Weiter südlich von Pillkoppen gegen Rossitten zu ist die hohe Düne wieder völlig vegetationslos und stürzt steil ab zum Haff; sie zieht sich in dieser Weise bis gegen Rossitten hin, wo von neuem die Befestigung mit Kiefern einsetzt. Am Haff zieht sich stellenweise eine Kuhweide hin.

Rossitten ist, wie schon bemerkt wurde, ein auf einer Lehmscholle, auf der Ackerbau betrieben wird, belegenes Dorf. Dies Diluvialgelände liegt am Haff und östlich davon befinden sich hohe, bewaldete Dünen; dann folgt eine Ebene bis zur Vordüne hin.

Südlich von Rossitten bis zum Mövenhaken dehnt sich wieder ein Zug weißer Wanderdünen. An einer Stelle ist der Dünenzug durch ein tief eingeschnittenes, mit Weiden bepflanztes Quertal unterbrochen; doch sind die Weidenbüsche stark durch Sand verschüttet. Einzelne Weidenbüsche stehen bis zum untern Drittel der sonst vegetationslosen Düne hinauf. Südlich vom Mövenhaken erstreckt sich niedriges Gehölz von der Vordüne bis zum Haff. Es folgen dann noch einige niedrige Rücken von Wanderdünen und darauf beginnt der Wald von Sarkau, der bis ans Haff herantritt. Die letzten Dünenausläufer nördlich vom Sarkauer Walde sind wieder durch Zwergkiefern befestigt.

Die bewaldeten Dünenhöhen bei Rossitten laufen nach Süden in einen ebenen Birken- und Kiefernwald aus, der das Vorland teilweise bedeckt. An den freien Stellen dazwischen finden sich viele kleine, von *Salix repens* bedeckte Sandkuppen. Sonst bemerkte ich hier auf dem sandigen Vorlande zwischen der Vordüne und der Hauptdüne *Eryngium maritimum, Viola canina, Oenothera biennis, Trifolium arvense, Tragopogon floccosus, Corispermum intermedium, Linaria odora, Pisum maritimum, Petasites tomentosus, Anthyllis vulneraria, Calamagrostis Epigeios, Verbascum Thapsus, Hieracium umbellatum* in Menge, *Cichorium Intybus, Artemisia campestris, Astragalus arenarius, Honckenya peploides, Helichrysum arenarium;* am Fuß der Wanderdüne *Salsola Kali* und *Kakile maritima,* diese beiden vereinzelt noch hoch auf die Düne hinaufgehend.

Von den Weißen Bergen südlich des Mövenhakens an habe ich die Nehrung südwärts nicht weiter verfolgt, weil sie hier eben und ganz mit Wald bedeckt ist; ich kehrte von dort nach Rossitten zurück, um mit dem Dampfboot die Heimreise anzutreten.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung. Nr. 22.

Quantitative Untersuchungen an dem Plankton

bei dem Feuerschiff „Borkumriff“ im Jahre 1910.

Von

Dr. Fr. Lücke.

(Mit 3 Figuren im Text und 2 Tabellen als Anhang.)

Die Planktonfänge, deren Auswertung hier versucht wird, wurden von dem vor der Insel Borkum auf 53° 45,5′ n. Br. 6° 3,5′ ö. L. verankerten deutschen Feuerschiff „Borkumriff“ aus gemacht. Die Netze wurden bis auf 1 m über den Boden heruntergelassen; da die Bodentiefe an dieser Stelle 28 m beträgt, wurde also eine Wassersäule von 27 m Höhe durchfischt. Die Fänge wurden während des ganzen Kalenderjahres 1910 wöchentlich, soweit die Witterung es zuließ an jedem Montag, ausgeführt, um so einen Überblick über die Periodizität der mit dem Netz sicher fangbaren Planktonten im Kreislauf eines Jahres zu gewinnen. Da an der Fangstelle Gezeitenströmung vorhanden ist, wurden die Fänge immer bei Hochwasser gemacht, da dann nicht soviel Material von der Küste herangeschwemmt ist wie bei Niedrigwasser. Es wurde jedesmal mit dem „Mittleren Apsteinnetz“ (Gaze Nr. 25) und mit dem „Nansennetz“ (Gaze Nr. 3) gefischt. Leider ist von dem letzteren bisher der Koëffizient noch nicht berechnet worden; ich habe daher die Umrechnung auf die Bevölkerungsdichte unter 1 qm Wasseroberfläche, wie ich sie für das Apsteinnetz ausgeführt habe, für das Nansennetz nicht machen können. Die in den Tabellen für das Nansennetz aufgeführten Zahlen geben also nur die Menge der von dem Netz gefangenen Organismen an und sind infolgedessen nur unter sich, nicht aber mit den Zahlen für die Fangserie des Apsteinnetzes zu vergleichen. Als Konservierungsflüssigkeit wurde eine etwa 4% Formalinlösung benutzt. Das Formalin ist zwar im Gebrauch sehr bequem, empfiehlt sich sonst aber wenig, denn der Erhaltungszustand der Organismen ist, besonders bei längerem Verbleiben in der Konservierungsflüssigkeit, bei weitem nicht so gut als z. B. in Alkohol. Gleichzeitig mit den Planktonfängen wurden Temperatur- und Aräometer-Ablesungen an der Oberfläche ausgeführt.

Der Salzgehalt des Wassers an der Oberfläche [1]).

Der Oberflächensalzgehalt schwankt an der Station zwischen 34,99‰ und 30,73‰; das Maximum wurde am 2. V. erreicht, das Minimum am 12. VII. Für den jahreszeitlichen Wechsel im Salzgehalt sind diese Daten jedoch gänzlich bedeutungslos, ja direkt irreführend, da sie durch meteorologische Einflüsse bedingt sind. Bringt man, wie ich es in Fig. 1 getan habe, die wöchentlichen Salzgehaltsbestimmungen

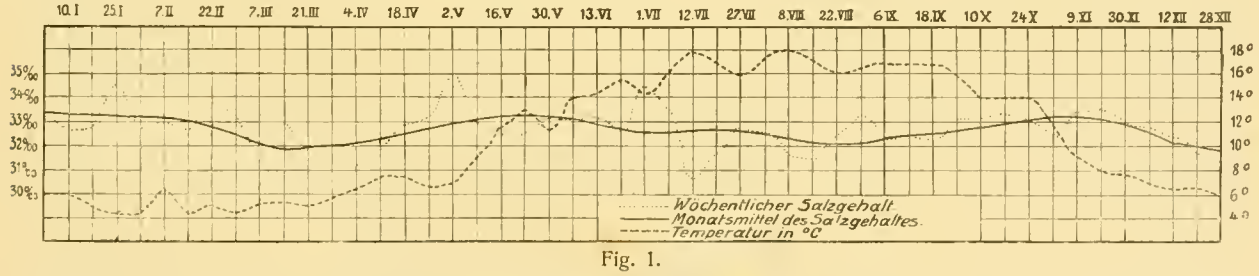


Fig. 1.

graphisch zur Darstellung, so resultiert eine sehr unregelmäßige, scharfzackige Kurve. Vergleicht man damit die in Tabelle A aufgeführten meteorologischen Beobachtungen, so erkennt man sofort, daß der Wind durch die von ihm hervorgerufene Wasserbewegung jedesmal einen Ausschlag nach oben oder unten

[1]) Die Salzgehaltsberechnungen verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Riecke. Da nicht angegeben ist, welches Aräometer benutzt wurde, konnte die Korrektion nicht in Rechnung gesetzt werden.

hin in der Kurve bedingt. Dadurch wird ein etwaiger jahreszeitlicher Wechsel im Salzgehalt verdeckt. Um diese äußeren Einwirkungen möglichst auszugleichen, habe ich die Monatsmittel des Salzgehaltes berechnet

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
33,25	33,23	31,89	32,44	33,26	32,94	32,64	32,33	32,52	33,01	33,31	32,10

Monatsmittel des Salzgehaltes.

und als Kurve in Fig. 1 miteingezeichnet. Diese Kurve verläuft viel ruhiger, aber ganz sind auch in ihr die Einwirkungen des Windes nicht ausgelöscht, so besonders im Mai. Trotzdem kann man vielleicht unter möglichster Berücksichtigung der störenden äußeren Einflüsse mit allem Vorbehalt 2 Maxima und 2 Minima annehmen, ein Frühjahrs- und Herbstminimum, die durch ein geringes, von etwa Mai bis Juli dauerndes Sommermaximum und durch ein ausgeprägteres, etwa Anfang Oktober einsetzendes Wintermaximum geschieden sind.

Die Temperatur des Wassers an der Oberfläche.

Bei weitem klarer als im Salzgehalt zeigt sich der jahreszeitliche Wechsel in der Temperatur des Wassers. Naturgemäß hat im Sommer eine starke Erwärmung der oberflächlichen Schichten statt. Seine höchste Temperatur hatte das Wasser von Mitte Juli bis etwas über Mitte September, das Maximum wurde am 8. VIII. mit 18,4° C gemessen. Vom 18. IX. an fällt die Temperaturkurve (Fig. 1) steil ab. Die niedrigste Temperatur herrschte in der Zeit vom 25. I. bis 28. II., in der 4,5° C als Minimum mehrfach festgestellt wurde. Nach dem 28. II. begann die Temperatur zunächst allmählich, vom 2. V. an aber außerordentlich schnell zu steigen.

Vergleichen wir die Temperatur- und Salzgehaltskurve miteinander, so läßt sich eine eigentümliche Beziehung zwischen beiden konstatieren. Im Sommer entspricht eine Steigung der Salzgehaltskurve einem Abfall der Temperaturkurve und umgekehrt, im Winter dagegen verlaufen beide Kurven im gleichen Sinne. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß der Wind im allgemeinen im Sommer entweder durch vertikale Wasserbewegung salzigeres und kühleres Tiefenwasser oder durch horizontale Bewegung salzigeres und kühleres Wasser von der hohen See bringen wird, im Winter dagegen salzigeres und wärmeres Wasser aus der Tiefe oder von der See. Nur bei Landwind könnten sich die Verhältnisse umkehren; dessen Wirkung ist jedoch abgeschwächt, da die Fänge stets bei Hochwasser ausgeführt sind.

Die Planktonvolumina [1]).

Die Volumina wurden zunächst in der bisher üblichen Weise (s. Apstein 1) durch Absetzenlassen bestimmt. Es wurde so das Setzvolumen nach 24 Stunden und nach 8 Tagen festgestellt. Da die Ausführung dieser Bestimmung an sich schon sehr ungenau ist, habe ich darauf verzichtet, die Umrechnung auf das Volumen unter 1 qm Oberfläche auszuführen, um nicht die Fehler durch Multiplikation noch zu vergrößern. Außerdem wurde noch für jeden Fang das „Dichte-Volumen" durch Verdrängung bestimmt (s. Apstein 2). Auch hierfür habe ich die Umrechnung zur besseren Vergleichbarkeit mit den Setzvolumina unterlassen. Die drei Volumina sind graphisch dargestellt für die Apsteinnetzlänge in Fig. 2, für die Nansennetzfänge in Fig. 3. Die beiden Setzvolumenkurven der Apsteinnetzlänge, die sich in ihrem Gange fast vollkommen gleichen, zeigen einen äußerst unruhigen Verlauf. 4 scharfe Zacken springen heraus: am 11. IV., 23. V., 8. VIII. und 10. X. Die steilste Erhebung bringt der Fang vom 8. VIII. mit einem Setzvolumen von 54 ccm nach 24 Stunden und 46,2 ccm nach 8 Tagen. Jeder dieser Zacken im Verlauf der Kurven ist der Ausdruck einer Diatomeenwucherung. In der Zeit von November bis März sind die Setzvolumina gering, und der Gang der Kurve ist gleichmäßiger. Interessant ist ein Vergleich der beiden Setzvolumenkurven mit der Salzgehaltskurve. Es zeigt sich, daß die beiden höchsten Erhebungen der Salzgehaltskurve mit dem Abfall zwischen der ersten und zweiten und der zweiten und dritten großen

[1]) Die Bestimmung der Verdrängungsvolumina hat liebenswürdigerweise Herr Dr. Heinen zum großen Teil ausgeführt.

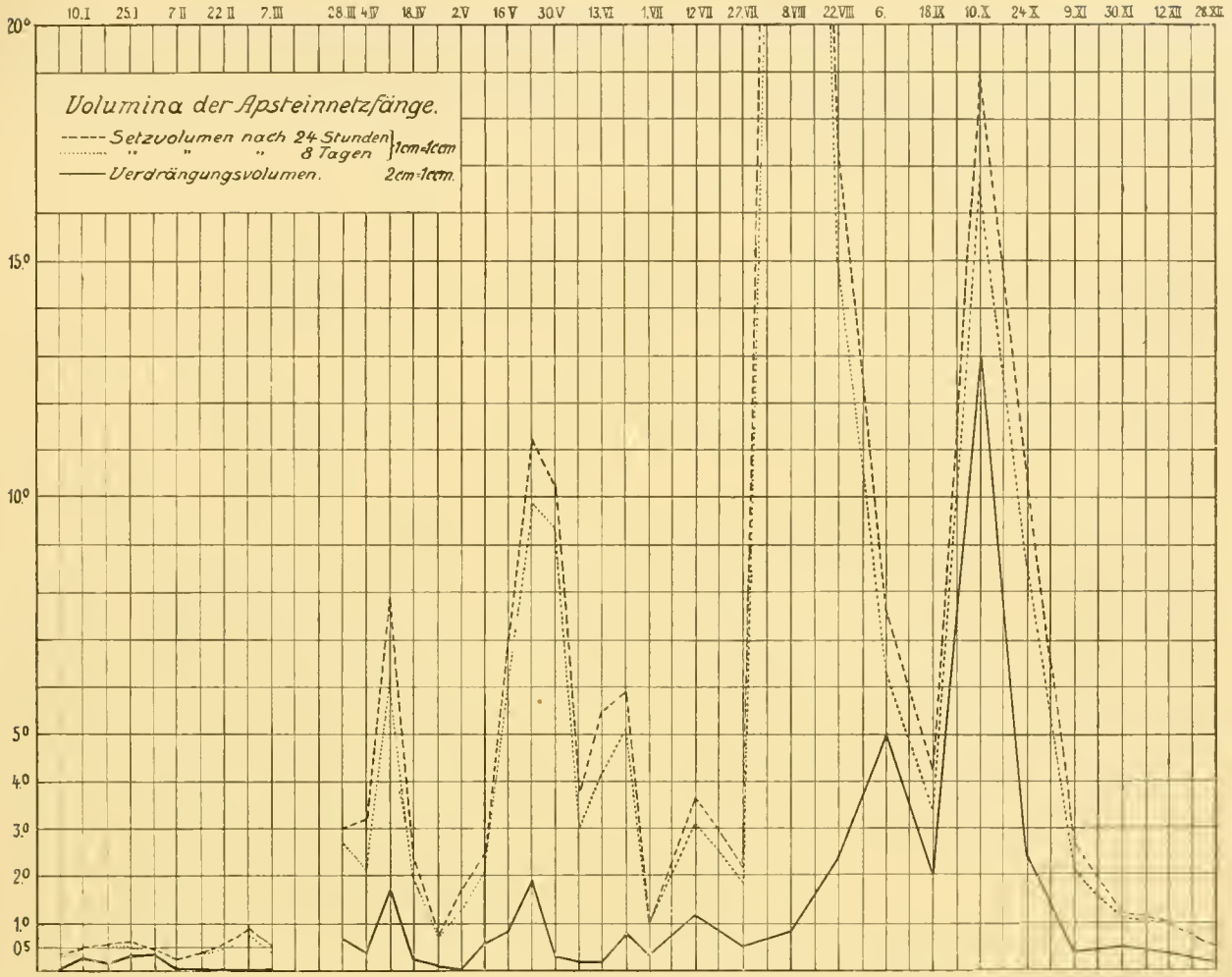


Fig. 2. (In 2/3 wiedergegeben.)

Diatomeenwucherung zusammenfallen. Hier hat also offenbar das Vordringen stärker salzhaltigen Wassers der freien See die Wucherung der Diatomeen, die ja meist Küstenformen sind, zurückgedrängt. Diese Beziehung läßt sich im einzelnen noch mehrfach konstatieren. Bei der dritten und vierten Wucherung liegen die Verhältnisse nicht so klar, da hier der gleichzeitige Verlauf der Salzgehaltskurve viel ruhiger ist. Die Kurve der Verdrängungsvolumina zeigt bis zum Beginn der dritten (August-)Wucherung einen im wesentlichen gleichen Gang wie die Setzvolumenkurven, nur prägen sich die Wucherungen nicht so scharf aus. Die dritte große Diatomeenwucherung, die am 8. VIII. die bei weitem größten Setzvolumina lieferte, kommt in der Verdrängungsvolumenkurve garnicht zum Ausdruck. Dafür zeigt sich hier einen Monat später (6. IX.) eine starke Erhebung mit einem Volumen von 2,5 ccm, das hauptsächlich durch *Noctiluca miliaris* bedingt erscheint. Die vierte Wucherung, die durch das massenhafte Auftreten von *Biddulphia sinensis* charakterisiert ist, tritt auch in der Verdrängungsvolumenkurve scharf hervor und bewirkt durch ein Volumen von 8,0 ccm die überhaupt höchste Erhebung.

Ein wesentlich einfacheres Bild gewährt die graphische Darstellung der Volumina der Nansennetzfänge (Fig. 3). Hier zeigen alle 3 Kurven einen völlig gleichsinnigen Verlauf. Nur einmal, im Januar, beobachten wir ein Ansteigen der Setzvolumenkurven ohne korrespondierende Erhebung in der Verdrängungskurve. Diese Abweichung erklärt sich wohl dadurch, daß zahlreiche, infolge der vorhergegangenen

Fig. 3. (In 2/3 wiedergegeben.)

Stürme losgerissene Polypenstöcke ein dichteres Absetzen verhinderten. Nach dem Tiefstand in den Wintermonaten beginnen die Kurven im März allmählich zu steigen. In ihrem weiteren Verlauf zeigen sie 3 Erhebungen, deren erste wenig ausgeprägt (Mai, Juni) und vorwiegend durch Diatomeen, die trotz der großen Maschenweite des Netzzeuges (Gaze 3) mitgefangen sind, bewirkt ist. Die zweite, scharf hervortretende Erhebung (8. VIII.) ist teils ebenfalls durch Diatomeen, teils aber durch eine größere Bevölkerungsdichte der Metazoen bedingt. Ihre größte Höhe erreichen die Kurven in steilem Auf- und Abstieg am 10. X. infolge des massenhaften Auftretens von *Biddulphia sinensis*. Zwischen der zweiten und dritten findet sich noch eine geringe Erhebung, die durch *Noctiluca miliaris* hervorgerufen ist.

Das Plankton im Verlauf des Jahres.

Für die nachfolgende Darstellung verweise ich auf die Tabellen A und B. In Tabelle A sind die für die einzelnen Fangtage in der vertikalen Wassersäule von 0—27 m Tiefe unter 1 qm Oberfläche berechneten Individuenzahlen der einzelnen Planktonorganismen zusammengestellt, die durch das „Mittlere Apsteinnetz" gefangen wurden. Ein liegendes Kreuz (⨯) bedeutet, daß der betreffende Organismus beobachtet wurde, aber in so geringer Menge auftrat, daß brauchbare Werte durch die Zählung nicht

gewonnen werden konnten. Vorangestellt sind die direkten Setzvolumina (d. h. nicht auf 1 qm Oberfläche umgerechnet) und das direkte Verdrängungsvolumen. In Tabelle B sind die an den einzelnen Fangtagen aus der Wassersäule von 0—27 m Tiefe durch das Nansennetz direkt gewonnenen — also nicht auf 1 qm Wasseroberfläche berechneten — Individuenzahlen derjenigen Metazoen, die mit dem Netz sicher gefangen werden, aufgeführt. Auch hier sind die direkten Volumina vorangestellt.

Pflanzen.

Diatomeen.

Von den Pflanzen sind nur zwei Gruppen von Bedeutung, die Diatomeen und die Peridinialen. Von diesen treten die ersteren in den Wucherungsperioden mit einzelnen Arten in außerordentlicher Massenhaftigkeit auf.

Da ein natürliches, die verwandtschaftlichen Beziehungen berücksichtigendes System der Diatomeen zurzeit noch nicht aufgestellt werden konnte, führe ich die einzelnen Gattungen und Arten einfach in alphabetischer Reihenfolge auf.

Actinoptychus undulatus wurde vereinzelt mit Ausnahme der Monate Juni—September das ganze Jahr hindurch beobachtet; *A. splendens* wurde nur ganz vereinzelt gesehen. — *Asterionella japonica* trat erst Ende Februar auf und verschwand Ende April bereits wieder aus dem Plankton, vermehrte sich aber so enorm, daß es am 11. IV. bereits 5 500 000 000 Zellen unter 1 qm Oberfläche zählte. — *Bacillaria paradoxa* fand sich nur von Ende Januar bis April, ohne nennenswerte Zahlen zu erreichen. — Bemerkenswert ist das Auftreten von *Bacteriastrum varians*. Am 8. VIII. erschien es zum ersten Male im Plankton und zwar sofort in der auffallenden Menge von 20 880 000 Zellen, ging dann sehr schnell in seiner Volksstärke wieder zurück und war Mitte Oktober bereits wieder verschwunden. Zwar werden die vorhergegangenen Stürme, die durch das Heranführen stärker salzhaltigen Seewassers auch die Chaetoceras-Wucherung im Juli so gut wie ganz verdrängt hatten, auch Bacteriastrum zurückgehalten haben, so daß die erste Entwicklung mehr unter Land in salzärmerem Wasser anzunehmen ist; trotzdem bleibt die Erscheinung auffallend. — *Bellerochea malleus* wurde nur im Winter und ersten Frühjahr beobachtet; sie bietet jedoch durch ihr Auftreten in vereinzelten größeren Ketten einer einwandfreien Zählung so große Schwierigkeiten, daß ihr Gang nicht genauer angegeben werden kann.

Von den Biddulphien sind von Bedeutung nur *B. sinensis, mobiliensis* und *aurita*. Von diesen kommen *B. sinensis* und *mobiliensis* das ganze Jahr hindurch vor. Während jedoch *B. mobiliensis* 2 Maxima, eins im November und ein zweites geringeres im April hat, zeigt *B. sinensis* ein sehr schnell und sprunghaft ansteigendes und zunächst sehr steil, dann allmählich abfallendes im Oktober. Betrug der Bestand am 18. IX. erst 13 360 Zellen unter 1 qm, so war er am 10. X. bereits auf 64 800 000 und am 31. X. auf 188 000 000 Zellen in die Höhe geschnellt. Die Wucherung der *B. aurita* beginnt im Februar und erreicht ihr Maximum im März; Ende April ist sie bereits wieder verschwunden. *B. favus* tritt nur im Winter mit etwas höheren Zahlen hervor, ihr Maximum liegt im Februar. Die übrigen B. sind ohne Bedeutung.

Cerataulina Bergoni zeigt ein starkes Frühjahr-(April) und geringes Herbst-(August) Maximum, in der übrigen Zeit tritt es ganz zurück.

Die mannigfaltige Familie der Chaetoceras habe ich zunächst nach Arten gesondert gezählt, nach der Eintragung der Zahlen in die Tabellen erkannte ich jedoch an dem unruhigen Verlauf der Werte, daß die Bestimmung infolge der oft sehr geringen Größe und des schlechten Erhaltungszustandes der Zellen unsicher geworden war. Ich habe daher die einzelnen Werte zusammengezogen und werde nur einige völlig sichere Daten herausgreifen. Zur Beobachtung kamen *Ch. atlanticum, boreale, breve, contortum, convolutum, debile, decipiens, densum, diadema, Schütti, teres*. Die Zahlen für die Gesamt-Chaetoceras sind recht unbefriedigend, und es ist schwer, einen jahreszeitlichen Gang daraus abzulesen. Die Tiefzeit des Winters, die im Dezember beginnt, prägt sich am deutlichsten im Februar aus, wo die Zellen so selten waren, daß sie überhaupt nicht gesehen wurden. Im März setzt dann die Wucherung ein, die im April so

intensiv wird, daß die Volksstärke am 11. IV. bereits auf 392 Millionen Zellen unter 1 qm emporgeschnellt ist. Darauf gehen die Zahlen ganz plötzlich sehr stark zurück, bis Ende Mai wiederum eine enorme Vermehrung eintritt, so daß innerhalb einer Woche (23. V.—30. V.) die Zahl der Zellen von 8760480 auf 323½ Millionen steigt. Diese Hoch-Zeit dauert bis Ende Juni, dann bricht sie ganz plötzlich ab; am 20. VI. finden sich noch 418 Millionen Zellen, am 1. VII. dagegen nur noch 77280. Am 8. VIII. treten noch einmal recht unvermittelt 13760000 Zellen auf, dann geht der Bestand mit größerer Regelmäßigkeit zurück bis zur Tiefzeit des Winters.

Hier liegen also drei Wucherungen vor; es ist mir jedoch sehr zweifelhaft, daß dies der normale Verlauf ist. Dieser scheint durch die hydrographischen Verhältnisse sehr gestört zu sein. Man darf wohl als sicher annehmen, daß die beiden ersten Wucherungen im April und Juni durch vordringendes Wasser der freien Nordsee zurückgedrängt sind und infolgedessen die Zahlen so stark zurückgehen. Schwierig zu erklären ist aber das Wiederauftreten der höheren Zahlen Ende Mai und Anfang August. Man könnte glauben, daß es sich einfach um ein Wiedereinsetzen der unterbrochenen Wucherung handelt; es würde danach also nur eine große Wucherung vorliegen, die vom Frühjahr bis in den Herbst dauert, aber zweimal durch hydrographische Einflüsse gestört ist. Für die höheren Zahlen im August würde diese Erklärung gut passen, dagegen nicht für die Ende Mai; denn hier treten die hohen Zahlen bei steigendem Salzgehalt, fallender Temperatur und unruhiger See auf. Ich bin daher vielmehr geneigt anzunehmen, daß die Wucherung im April zwar durch das Vordringen des Wassers der freien See vorzeitig abgebrochen ist, aber auch sonst bald ihr Ende erreicht hätte, und daß die Ende Mai einsetzende zweite Wucherung durch Zellen hervorgerufen ist, die von der freien See, wo die Frühjahrswucherung erst jetzt stattfindet, herangeführt und unter dem Einfluß der Küste zu intensiver Teilung angeregt sind. Die Juniwucherung würde demnach nicht den einheimischen Bestand betreffen und daher anormal sein. Dagegen halte ich die Augustwucherung für normal, da hier, wie die steigende Temperatur und der fallende Salzgehalt beweisen, das Wasser der freien See wieder zurückgegangen ist. Ich ziehe diese Erklärung vor, da verschiedene Arten, die als gute Hochseeformen zu gelten haben *(Rhizosolenia Shrubsolei, Rh. Stolterfothi, Oikopleura, Fritillaria),* am 30. V. mit bedeutend erhöhten Zahlen auftreten, eine Erscheinung, die deutlich für ein Vordringen des Wassers der freien See spricht. Außerdem hebt Kraefft für seine Elbestationen hervor, daß für einige Chaetoceras-Arten die Blütezeit im Mai bereits abgeschlossen sei, da massenhaft Dauersporen auftreten. Ich möchte annehmen, daß überhaupt für die ganze Gruppe das Maximum bereits überschritten war, denn Kraefft schreibt, daß das eigentliche Chaetoceras-Maximum erst im August gelegen hätte, in meinen Fängen dagegen ist die Frühjahrswucherung weit volkreicher. Bei meiner Bearbeitung der von S. M. S. „Zieten" im Jahre 1909 ausgeführten Planktonfänge, deren Ergebnisse noch nicht veröffentlicht sind, fand ich an den Stationen längs der ostfriesischen Inseln und besonders an den „Borkumriff" zunächst, aber noch mehr unter Land gelegenen Stationen im Mai nur sehr geringe Mengen von Chaetoceras. Gegen die Annahme einer einzigen großen Wucherung der Gesamt-Chaetoceras vom Frühjahr bis in den Herbst scheint mir auch der Umstand zu sprechen, daß stets die kleine *debile*-ähnliche Form bei weitem vorherrscht (dies ist trotz der Unsicherheit der Artunterscheidung außer Zweifel); diese Form würde also in intensivster Weise den ganzen Frühling und Sommer wuchern, eine Erscheinung, die kein Analogon unter den anderen Diatomeen fände, da sehr starke Wucherungen sonst immer nur kurze Zeit dauern. Aus allen diesen Gründen nehme ich also an, daß normalerweise an unserer Station zwei Wucherungen stattfinden, die eine im Frühjahr, die zweite, schwächere, im Spätsommer, und daß die Juniwucherung eine zufällige war und nicht jedes Jahr wiederkehrt.

Von den Coscinodisken, die der Artbestimmung besondere Schwierigkeiten bieten, habe ich nur *Coscinodiscus grani, C. oculus iridis,* in welcher Gruppe die großen irisierenden Formen zusammengefaßt sind, und *C. radiatus* unterschieden; alle anderen Arten sind unter *C. sp. sp.* zusammengezählt. *C. grani* hat seine Blütezeit, die plötzlich einsetzt, aber allmählich zurückgeht, im Herbst, kommt aber, wenn auch besonders im Frühjahr und Sommer, in sehr geringer Zahl das ganze Jahr hindurch vor. Ebenso fehlen *C. oculus iridis* und *C. radiatus,* die beide mit recht bescheidenen Zahlen in den Wintermonaten kulminieren, fast das ganze Jahr hindurch nie ganz. Die unter *C. sp. sp.* zusammengefaßten Formen sind in ihrer Gesamtheit im Winter am zahlreichsten.

Bemerkenswert ist das Auftreten von *Ditylum Brigthwelli;* es findet sich nur im März und April und dann noch einmal am 9. XI., während der ganzen übrigen Zeit ist es aus dem Plankton verschwunden. Es sind also zwei Wucherungen anzunehmen, von denen die Herbstwucherung nur sehr unbedeutend und von ganz kurzer Dauer ist. *Eucampia zodiacus* hat eine sehr starke Frühjahrswucherung mit Kulmination im April (156 Mill., 11. IV.) und eine sehr viel schwächere Herbstwucherung mit einem Maximum Anfang Oktober. In den Zwischenzeiten fehlt sie ganz. *Guinardia flaccida* tritt von Januar bis April ganz zurück, während der übrigen Zeit schwankt ihre Zahl ziemlich stark, die Hoch-Zeit fällt in den Juli. *Lauderia borealis* kommt nur im März und April vor, ohne Bedeutung zu erlangen. *Paralia sulcata* bietet ebenso wie *Bellerochea malleus* durch sein Auftreten in vereinzelten größeren Ketten nur unsichere Werte; das Maximum wurde am 10. X. erreicht. *Navicula sp. sp.* wurde zu jeder Jahreszeit beobachtet, etwas höhere Zahlen finden sich im Frühjahr und Herbst. *Nitzschia seriata* erscheint nur von Februar bis April; die Kulmination liegt im März. *Eucampia* ausgenommen sind alle diese Formen ohne Bedeutung.

Von Wichtigkeit dagegen sind die *Rhizosolenia,* vertreten durch die Arten: *alata, robusta, semispina, Shrubsolei, Stolterfothi* und *styliformis.* Das Maximum aller *Rh.* insgesamt fällt in die zweite Hälfte des August (220¾ Millionen unter 1 qm am 22. VIII.), wo *Rh. semispina, Shrubsolei* und *Stolterfothi* ihre größte Volksstärke erreichen. Charakteristisch für den Fang sind die *Rh.* dann noch in der zweiten Hälfte des November und im Dezember, wo sie trotz geringer Zahlen dank den beiden großen Formen *styliformis* und *robusta* und der sonstigen Armut der Fänge hervortreten. Ihrem jahreszeitlichen Verlaufe nach lassen sich die verschiedenen Arten in zwei Gruppen trennen: *Rh. semispina, Shrubsolei* und *Stolterfothi* haben als Sommerformen zu gelten, *Rh. robusta* und *styliformis* als ausgesprochene Herbstformen. Aus der ersten Gruppe zeigt sich *Rh. Shrubsolei,* die innerhalb der Sippe fast immer volkreichste Art, gegen niedrige Temperaturen am widerstandsfähigsten; sie tritt bereits im April auf bei einer Wassertemperatur von nur 6,5° C und verschwindet im Dezember bei etwa der gleichen Temperatur. Ihr Maximum erreicht sie in der zweiten Hälfte des August, wo sie am 22. VIII. mit 210 Millionen Zellen die bei weitem zahlreichste Diatomee überhaupt war. Eigentümlich ist das Auftreten von *Rh. semispina.* Fast mehr noch als die anderen Formen scheint sie auf die Sommermonate beschränkt, in stark wechselnder Menge; ihre Höchstzahl erreichte sie am 22. VIII. mit 8 Millionen Zellen. Im Gegensatz hierzu fand Apstein auf den deutschen Terminfahrten 1903 (1) die größte Dichte in der südlichen Nordsee (Station 1) im Mai und auch im November höhere Zahlen, im August fehlte sie. Kraefft hinwiederum erhielt auf seiner A- und C-Station in der Elbmündung die höchsten Zahlen ebenfalls im August. Lohmann fand in der Kieler Förde die Art nur in der Zeit von September bis Mai, am zahlreichsten im September und April. Auch Hensen (10) weist auf die großen Verschiedenheiten im Vorkommen von *Rh. semispina* hin. *Rh. Stolterfothi* tritt spontan Ende Mai auf und hält sich bis in den Dezember, ihr Verlauf ist sehr unregelmäßig. Die größte Dichte war am 12. VII. mit 96 Millionen Zellen, höhere Zahlen finden sich sonst noch am 22. VIII. (2¾ Millionen) und am 10. X. (fast 5 Millionen). Apstein und Kraefft verzeichnen die größten Mengen im August, doch lagen beiden aus dem Juli leider keine Fänge vor, so daß also die Wucherung bereits überschritten sein konnte. Meine Zahlen sind zu sprunghaft, um sichere Schlüsse zu gestatten. Nicht ausgeschlossen erscheint es, da auch bei *Rh. Shrubsolei* die Zahl plötzlich in die Höhe schnellt und beide Arten als Hochseeformen angesehen werden müssen, daß die durch die Stürme Ende Juni von der hohen See hergeführten Zellen durch die starke Temperatursteigerung von 14,2 auf 18,1° C zu einer sehr intensiven lokalen Wucherung angeregt sind. Die beiden Herbstformen, *Rh. styliformis* und *robusta*, erscheinen recht unvermittelt am 10. X. zum ersten Male und haben bereits am 24. X. ihren Kulminationspunkt; während jedoch *Rh. robusta* bereits am Anfang Januar wieder verschwunden ist, hält sich *Rh. styliformis* noch diesen ganzen Monat hindurch. Apstein traf auf den deutschen Terminfahrten, die aber nur in den Monaten Februar, Mai, August und November stattfanden, die größte Menge auf der südlichsten Station im November, auf den anderen Stationen jedoch auch zu anderer Zeit. Kraefft erhielt ebenfalls im November die größten Zahlen. Beide fanden sie das ganze Jahr hindurch, während ich sie nur in der oben angegebenen kurzen Zeit fand; daß ich sie sonst übersehen haben sollte, erscheint mir bei ihrer leichten Unterscheidbarkeit ausgeschlossen.

Durch eine nur sehr kurze, aber ganz immense Wucherung im März werden die Thalassiosiren zur volkreichsten Familie überhaupt (8745 Millionen unter 1 qm!). Von den drei vorkommenden Arten, *Th.*

gravida, hyalina und *Nordenskjöldi,* ist *Th. gravida* mit 8556 Millionen Zellen die überhaupt zahlreichste Diatomee. *Th. hyalina* wurde nur einmal, am 28. III., gesehen und mit über 35 Millionen Zellen in Rechnung gestellt. Leider sind zwei aufeinander folgende Fänge im März auf dem Transport verunglückt, so daß es nicht auszuschließen ist, daß der Kulminationspunkt am 28. III. trotz der enorm hohen Zahlen bereits überschritten war. *Th. gravida* tritt dann noch einmal ganz unvermittelt in äußerst geringer Zahl am 9. XI. auf.

Streptotheca tamensis und *Thalassiothrix nitzschioides* sind von ganz untergeordneter Bedeutung. Sie haben eine Frühjahrswucherung mit Maximum im März und eine Herbstwucherung, deren Maximum bei *Streptotheca* Ende November, bei *Thalassiothrix* Anfang November erreicht wird. Bei der ersteren liefert die Herbstwucherung, bei der letzteren die Frühjahrswucherung scheinbar die höheren Zahlen.

Zu erwähnen bliebe noch eine kleine, dem *Leptocylindrus danicus* ähnliche Diatomee, die zuerst am 12. VII. und gleich in der enormen Stärke von 536 Millionen Zellen auftrat, um sehr schnell wieder auf ganz geringe Zahlen herabzusinken. Am 9. XI. wurde sie zum letzten Male gesehen.

Peridinialen.

Gegenüber den Diatomeen treten die Peridiniatien zahlenmäßig ganz zurück. Sie sind vertreten durch die drei Gattungen Ceratium, Peridinium und Pyrophacus. Von diesen ist die nur in der einen Art *Pyrophacus horologicum* vorkommende letzte bedeutungslos. Ihre sehr schwache Wucherung fällt in den Spätsommer und Herbst.

Von Ceratium wurden die Arten *C. furca, fusus, longipes, macroceras* und *tripos* beobachtet. *C. furca* und *macroceras* fehlten von Ende Januar bis Juni; in der übrigen Zeit war ihre Menge äußerst gering, die höchsten Zahlen fielen in den Oktober. Nach den Angaben von Apstein und Kraefft für die Nordsee und von Lohmann für die Beltsee fällt das Maximum in die Zeit von August bis November.

C. fusus, longipes und *tripos* kommen das ganze Jahr hindurch vor. *C. fusus* ist stets die bei weitem zahlreichste Art; sein Maximum, das mit dem der beiden anderen Arten in den Oktober fällt, liefert 15½ Millionen Zellen unter 1 qm, und fast während des ganzen Jahres hält es seinen Bestand auf mehreren Hunderttausend Zellen. Nur in der kältesten Zeit gehen die Zahlen stark zurück, ohne jedoch so niedrig zu werden, wie bei *C. longipes* und *tripos* während der ganzen ersten Hälfte des Jahres. Die Wucherung von *C. longipes* setzt im Juli ein und erreicht im Januar ihr Ende, die größte darin erreichte Volksdichte beträgt 9¼ Millionen Zellen unter 1 qm. Die Wucherung von *C. tripos* ist zeitlich noch beschränkter (Mitte November bis Mitte Dezember) und stellt als Maximalzahl nur 240480 Zellen. Von den Temporalvarianten von *C. tripos* kam nur einmal, am 3. I., die *f. lineata* Lohm. zur Ansicht. Temporalvariationen dürften auch bei *C. longipes* vorliegen; jedenfalls scheint eine *truncata*-Form vorzukommen. Außerdem fand ich die Art im September häufiger in sehr kleinen Formen mit seltsam geschwungenen Hörnern; doch mag es sich hier um Krüppelformen handeln. Ebenso glaube ich für *C. fusus* Temporalvariationen annehmen zu können, die sich in der verschiedenen Größe und verschieden starker Krümmung der Zellen manifestiert. Leider wurde ich auf diese Erscheinungen zu spät aufmerksam, um bestimmtere Aufschlüsse erlangen zu können. Die größten Formen fanden sich in der kältesten Zeit.

Noch mehr als die Ceratien tritt das Genus Peridinium, vertreten durch die Arten *P. conicum, crassipes, depressum, ovatum, pallidum, pellucidum* und *punctulatum,* zurück. Ihrem jahreszeitlichen Verlaufe nach lassen sich 3 Gruppen unterscheiden. *P. conicum* und *depressum* zeigen eine Herbstwucherung, die sich bei *conicum* auf September und Oktober beschränkt, während sie bei *depressum* bereits im Juli einsetzt und bis November dauert. Die darin erreichte Volksstärke ist gering; das Maximum fällt für beide Arten in den Oktober. Kraefft erhielt von beiden Arten die höchsten Zahlen im August; nur einmal, 1906 auf Station A, war *depressum* im Mai häufiger. Apstein fand *conicum,* allerdings in mehr nördlichen Gegenden der Nordsee, im Mai am zahlreichsten. Lohmann fand das Maximum für *depressum* im September, für *conicum* im Oktober. Die zweite Gruppe, repräsentiert durch *P. pallidum, pellucidum* und *punctulatum,* kam nur im Frühjahr vor. *P. pallidum* und *pellucidum* treten nur im April und Mai auf (der sehr niedrige Kulminationspunkt liegt in der ersten Hälfte des Mai), *P. punctulatum* nur Ende März und Anfang April. Apstein fand *P. pellucidum* auf den Terminstationen ebenfalls am häufigsten im Mai.

In der Beltsee fällt dagegen nach Lohmann für beide Arten das Maximum in den August; *P. pellucidum* bildete jedoch schon im Mai ein erstes Maximum aus, und Lohmann hält es nicht für ausgeschlossen, daß unter diesem Namen zwei Arten zusammengeworfen sind; das August-Maximum könnte also vielleicht von einer anderen Art gestellt sein. *P. ovatum* endlich zeigt zwei Wucherungen, die erste im Frühjahr mit einer größten Dichte in der ersten Maihälfte, die zweite im Spätsommer mit einem Maximum in der ersten Hälfte des September. Diese jahreszeitliche Verteilung stimmt mit den Befunden Apstein's für die übrige Nordsee insofern nicht ganz überein, als dort die zweite Wucherung mehr in den Herbst hinein verschoben ist. Kraefft fand die zweite Wucherung im August, doch vermisse ich in seinen Zahlen den Ausdruck der Frühjahrswucherung, ausgenommen 1906 auf Station A. *P. crassipes* wurde nur einmal, am 9. V., gesehen. Lohmann hat bei einzelnen Peridiniumarten Gestaltsverschiedenheiten und auffällige Größenunterschiede beobachtet, die auf Temporalvariationen deuten, ohne Klarheit gewinnen zu können.

Tiere.

Protozoen.

Unter den Protozoen sind nur zwei Formen von Bedeutung, *Noctiluca miliaris* und *Tintinnopsis nucula*. Infolge der durch die heftigen Stürme hervorgerufenen Wasserbewegung treten von Januar bis Mai noch die Bodenforaminiferen (verschiedene Arten) hervor; außerdem zeigt sich ganz vereinzelt einige Male *Tintinnopsis campanula*.

Noctiluca miliaris kommt das ganze Jahr hindurch vor; die Hauptwucherung fällt in den September, deren Maximum am 6. IX. mit fast 2 Millionen Zellen unter 1 qm sich in der Verdrängungsvolumenkurve der Apsteinnetzfänge deutlich ausdrückt. Auffallend und mir unerklärlich ist das spontane, fast völlige Verschwinden im Oktober, während der November wieder höhere Zahlen stellt. Apstein hebt *Noctiluca* als charakteristisch für den August hervor (11).

Tintinnopsis nucula hat eine Hoch-Zeit im Herbst und Winter, die höchste Zahl (520 000 Zellen unter 1 qm) wurde am 30. XI. gefunden. Zwar wird diese Form nach Lohmann's Untersuchungen von dem Netz besonders unvollkommen gefangen, die Tiefzeit fällt jedoch gerade in die Zeit großer Setzvolumina, während die höheren Zahlen vorwiegend mit den geringsten Volumina zusammenfallen, wo außerdem auch zum Teil die Maschen des Netzes durch längeren Gebrauch noch nicht verstopft sein konnten (Januar). Es ist daher der jahreszeitliche Verlauf vielleicht doch richtig wiedergegeben. Allerdings fand Lohmann bei seinen Untersuchungen mit Filter und Zentrifuge *T. nucula* in der Beltsee am häufigsten im Juni! Kraefft's Zahlen sind nur äußerst gering; auf seiner am meisten seewärts gelegenen Station B erhielt er jedoch ebenfalls die höchsten Zahlen im Winter. Bemerken möchte ich noch, daß die Gehäuse vielfach zugespitzt waren und in ihrer Gestalt mehr der neuen Art *T. parva* Merckle's ähnelten (5).

Metazoen.

Um die Metazoen in größeren Mengen zu erhalten, wurden die Fänge mit dem Nansennetz gemacht; bei geringer Bevölkerungsdichte werden die Formen von dem Apsteinnetz wegen seiner kleinen Eingangsöffnung eventuell garnicht erbeutet. Ich verweise daher für die Besprechung des jahreszeitlichen Auftretens der selteneren Formen auf die Tabelle B, hebe aber nochmals hervor, daß die Werte in dieser Tabelle nicht auf 1 qm umgerechnet, also nur unter sich vergleichbar sind. Außerdem muß ich hier noch ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß auch an sich die Zahlen des Nansennetzes sehr anfechtbar sind, da das Netz große Konstruktionsfehler hat. Hensen behandelt in seiner letzten Arbeit diese Mängel eingehend, und ich verweise deshalb auf seine Kritik des Netzes (10, p. 16).

Coelenteraten.

Arachnactis tritt nur im April mit ganz geringen Zahlen auf. Für die craspedoten Medusen liegt die Hoch-Zeit an unserer Station in den Monaten Juli bis November; vereinzelt kommen sie zu allen Jahreszeiten vor. Ebenso fanden Apstein und Kraefft sie im August oder November am häufigsten. Ein Vergleich der Zahlenreihe mit dem Verlauf der Salzgehaltskurve zeigt die ausgesprochene Küstennatur

der Formen. Die Ctenophoren fehlen in den kältesten Monaten ganz; in der übrigen Zeit finden sie sich in stets wechselnder, aber stets sehr geringer Zahl; ein wenig höhere Werte liefert der Spätsommer (Maximum 6. IX.).

Echinodermen.

Bipinnaria hat seine Hoch-Zeit an unserer Station von März bis Juli; in den übrigen Monaten tritt sie nur ganz vereinzelt auf. Auffallenderweise geht die Volksstärke Ende April sehr stark zurück, um erst im Juni wieder anzuschwellen. Ich möchte hierfür das durch eine heftige Steigerung des Salzgehaltes angezeigte Vordringen von Wasser der freien See verantwortlich machen, da sich die gleiche Erscheinung in etwas schwächerer Form am 1. VII. wiederholt und der Bestand am 12. VII., wo der überhaupt niedrigste Salzgehalt des ganzen Jahres ein erneutes Vordringen des Küstenwassers beweist, bereits wieder seine frühere Höhe noch überschritten hat. Außerdem zeigen die Befunde Apstein's, daß die mittlere Nordsee während des ganzen Jahres nur sehr schwach besetzt ist. Apstein wie Kraefft erhielten die höchsten Zahlen im Mai.

Echinopluteus und Ophiopluteus fehlen in der Zeit von Mitte November bis Mitte April ganz. Ihre größte Bevölkerungsdichte erreichen beide im Juni-Juli, doch überragt Echinopluteus um ein Vielfaches. Nur einmal, am 1. VII., kehrt sich das Verhältnis durch das Vordringen des salzigeren Wassers der freien See vollständig um. Das gleiche läßt sich Anfang Mai und November beobachten. Junge Ophiuren finden sich ganz vereinzelt in den verschiedenen Jahreszeiten. Etwas zahlreicher werden sie im Sommer und Herbst bei den Vorstößen salzigeren Seewassers (1. VII., 27. VII., 10. X., 9. XI.).

Würmer.

Pectinaria-Larven treten mit ganz geringen, stets wechselnden Zahlen nur im Sommer und Anfang Herbst auf. Lovén'sche Larven finden sich nur gegen Ende des Winters und im Frühling; die Höchstzahl war 2800 Individuen unter 1 qm am 4. IV., Pilidium wurde von Dezember bis Ende März garnicht beobachtet; in der übrigen Zeit sind die Zahlen zu ungleichmäßig und zu niedrig, um sichere Werte zu liefern, doch scheint das Maximum in den Spätsommer und Herbst zu fallen.

Polychaetenlarven kamen das ganze Jahr hindurch vor, in der kalten Zeit jedoch nur vereinzelt. Im März beginnt die Volksstärke zu steigen, Ende Oktober bis Anfang November geht sie sehr schnell auf die geringen Zahlen des Winters zurück. Im einzelnen ist der Verlauf während der Hoch-Zeit recht ungleichmäßig. Es finden sich ähnliche starke Schwankungen, wie wir sie bereits mehrfach, z. B. bei Chaetoceras, Bipinnaria etc., gehabt haben und wie sie noch mehrfach wiederkehren werden. Die Ursachen dürften hier wie dort in den verschiedenen Vorstößen des Wassers der freien See zu suchen sein, worauf im nächsten Abschnitt noch zurückzukommen ist. Die Kulmination scheint für unsere Station in der zweiten Hälfte des Juli zu liegen. Polychaetenlarven in Röhren fehlten in der kalten Jahreszeit ganz; sie kamen am 11. IV. zum ersten Male zur Beobachtung und am 9. XI. zum letzten Male. Sonst deckt sich ihr Verlauf im wesentlichen mit dem der übrigen Polychaetenlarven. Vergleichen wir den Gang der Polychaetenlarven ohne Gehäuse in den Apsteinnetzfängen mit dem in den Nansennetzfängen, so ergeben sich einige bemerkenswerte Unterschiede. Beide Fangserien zeigen ein starkes Emporschnellen der Bevölkerungsdichte am 12. VII., dem Tage des niedrigsten Salzgehaltes, wo also das Küstenwasser stark vorgedrungen ist. Am 27. VII., als das Küstenwasser wieder zurückgedrängt ist, ist in dem Nansennetzfang die Zahl sehr gesunken, in dem Apsteinnetzfang dagegen hat sie sich auf derselben Höhe erhalten. Am 8. VIII. ist bei sinkendem Salzgehalt im Nansennetz die Zahl rapide gestiegen, im Apsteinnetz dagegen sehr stark zurückgegangen. Am 22. VIII. finden wir alle Verhältnisse genau umgekehrt. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung, wenn wir die Verschiedenheit der beiden Netze berücksichtigen; das Nansennetz hat eine große Eingangsöffnung und weite Maschen, das Apsteinnetz sehr kleine Eingangsöffnung und enge Maschen. Die kleinsten Polychaetenlarven passieren die Maschen des Nansennetzbezuges (Gaze 3), dagegen fängt das Netz vermöge seiner größeren Eingangsöffnung die großen Formen reichlicher als das Apsteinnetz. Das Nansennetz gibt also nur den Bestand an größeren Formen wieder, das Apsteinnetz die Gesamtbevölkerungsdichte. Am 27. VII. wäre demnach nur die Zahl der größeren Exemplare zurückgegangen, die der kleinen dagegen gestiegen, da der Gesamtbestand sich gleich geblieben ist. Am 8. VIII. ist das

Umgekehrte der Fall: der Gesamtbestand sehr stark vermindert, die größeren Formen aber zahlreicher. Am 22. VIII. ist dann wieder die Gesamtbevölkerung enorm gestiegen (zu ihrer größten Dichte überhaupt!), die Zahl der größeren Individuen aber stark gefallen. Das Vordringen des Küstenwassers bringt also in dieser Zeit jedesmal eine Anreicherung der größeren Formen, das Wasser der hohen See dagegen führt die kleinen heran. Mit anderen Worten: auf der hohen See ist die Entwicklung der Polychaetenlarven etwas zurück.

Außerdem trat noch eine Wurmlarve mit zwei langen Tentakeln auf; ihre Zahlen sind jedoch, wenn auch manchmal nicht unbedeutend (Maximum 2480 unter 1 qm am 18. IV.), so wechselnd und der Gang in den beiden Fangserien so verschieden, daß ich über den jahreszeitlichen Verlauf nichts aussagen kann. Schließlich fand sich noch eine flache Larvenform (wohl auch eine Wurmlarve) in geringen, wechselnden Zahlen.

Tomopteris helgolandica wurde nur in den Monaten Juli bis Oktober in wenigen Exemplaren gesehen. *Sagitta bipunctata* kommt während des ganzen Jahres vor und zeigt zwei Hoch-Zeiten, im Frühjahr und Herbst. Die erstere liefert nur unbedeutende und ziemlich wechselnde Zahlen; im Herbst ist der Verlauf regelmäßiger und der Bestand um das Mehrfache höher, die Kulmination liegt hier Ende September bis Anfang Oktober. Kraefft fand die höchsten Zahlen im August, ebenso Apstein an Station 1, an den übrigen Stationen dagegen im November (? Station 2, da hier für August die Zahl fehlt). Lohmann fing in der Zeit von März bis August überhaupt keine Sagitten, das Maximum lag im September. Hensen (6) dagegen erhielt sie 1883—85 das ganze Jahr hindurch und am zahlreichsten gerade im Februar und März.

Rotatorien traten nur von März bis Mai auf, die höchste Zahl (280960 unter 1 qm) wurde am 11. IV. erreicht. Planarien fanden sich ganz vereinzelt zu jeder Jahreszeit; regelmäßiger und mit etwas höheren Zahlen kamen sie von Ende Juni bis Oktober vor.

Bryozoen.

Cyphonautes wurde während des ganzen Jahres gefangen; die Zahlen sind jedoch so gering und wechseln so stark, daß sie über den jahreszeitlichen Verlauf wenig aussagen können. Sicher feststellen läßt sich nur eine Kulmination im März.

Copepoden.

Die Copepoden stellen die wichtigste Gruppe der Planktontiere dar und müssen daher eingehender besprochen werden. Beobachtet wurden die Arten: *Acartia Clausi* und *longiremis, Anomalocera Patersoni, Calanus helgolandicus, Corycaeus anglicus, Centropages hamatus* und *typicus,* verschiedene Arten von *Harpacticiden, Euterpe acutifrons, Oithona nana* und *similis, Microsetella atlantica* (dreimal, am 20. I., 31. I., 12. VII.), *Paracalanus parvus, Pseudocalanus elongatus, Temora longicornis.* Bei der Feststellung der Periodizität der einzelnen Arten macht sich der Einfluß der unserer Station eigentümlichen hydrographischen Verhältnisse wieder recht störend geltend; bei der Besprechung der Fruchtbarkeit der Copepoden werde ich noch eingehender darauf zurückkommen müssen. Eben diese Störungen im Verlaufe der Zahlenreihen auszugleichen und die Periodizität deutlicher zur Anschauung bringen zu können, habe ich die Monatsmittel für die einzelnen Arten berechnet und in den beiden folgenden Aufstellungen wiedergegeben.

Monatsmittel der 4 häufigsten Copepoden-Gattungen (Erwachsene + Copepoditstadien) nach den Feuerschiff-Fängen mit dem „mittleren Apsteinnetz" auf 1 qm Wasseroberfläche berechnet (durch Multiplikation der durch Zählung ermittelten Werte mit 80).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahres-mittel
Oithona . . .	111 540	40 240	20 800	41 140	350	800	148 000	510 000	**573 800**	48 960	32 360	1 480	127 456
Pseudocalanus .	41 360	26 460	40 000	**47 040**	24 768	13 200	95 973	**117 400**	71 160	63 680	42 240	43 160	52 203
Acartia	1 089	2 160	6 800	7 420	15 312	23 413	**91 467**	47 600	6 760	6 800	360	2 400	17 632
Temora . . .	2 272	1 840	11 400	**36 120**	18 064	7 760	**50 773**	25 265	5 600	10 160	2 840	3 760	14 655

Monatsmittel der selteneren Copepoden (Erwachsene + Copepoditstadien, von denen die letzteren allerdings nur teilweise durch Gaze Nr. 3 gefangen werden) nach den Feuerschiff-Fängen mit dem „Nansennetz", ohne Umrechnung auf 1 qm Wasseroberfläche (die durch Zählung festgestellten Werte selbst).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahres-mittel[1])
Acartia . . .	205	123	905	**1166**	361	2450	2300	**4400**	996	363	28	233	1128
Calanus . . .	18	2	8	6	3	3	223	**1038**	513	64	16	5	158
Centropages hamatus . .	9	9	20	**190**	25	418	**999**	975	422	44	9	9	261
Centropages typicus . . .	14	—	—	—	—	—	30	**375**	193	211	28	20	73
Corycaeus . .	10	0,5	—	—	—	—	—	201	181	**1925**	1394	319	336
Euterpe . . .	0,2	—	—	—	—	—	1	—	1	**9**	8	2	2
Paracalanus . .	369	209	248	**289**	28	182	500	**1900**	275	700	100	25	402

Die erste Aufstellung ist aus Tabelle A berechnet; für die zweite, die die selteneren Formen und nochmals *Acartia* enthält, sind die Zahlen der Tabelle B benutzt, obgleich das Nansennetz, wie oben erwähnt, fehlerhaft ist, da das Apsteinnetz wegen seiner kleinen Eingangsöffnung die seltenen Formen in zu geringer Zahl fängt.

Acartia Clausi, Calanus helgolandicus, Centropages hamatus, Oithona, Pseudocalanus elongatus, Paracalanus parvus und *Temora longicornis* kommen während des ganzen Jahres vor. *Centropages, Paracalanus, Pseudocalanus* und *Temora* zeigen zwei Maxima, das erste im Frühjahr und das zweite, bedeutendere, im Spätsommer. *Calanus* läßt ein deutliches Maximum im August erkennen, auch im Frühjahr findet sich ein geringes Maximum, das jedoch in den Monatsmitteln sich nicht so ausprägt und hier vor allem durch die hohen Zahlen zu Beginn des Jahres, die den geringen Zahlen dieses Jahres gegenüber auf einen anderen Verlauf im vorhergehenden Jahre schließen lassen, verdeckt wird. *Acartia* zeigt in den Nansennetzfängen ebenfalls zwei Maxima, in Apsteinnetzfängen dagegen nur eins im Juli. Verfolgt man aber die Zahlenreihe der Apsteinnetzfänge, so findet man ein Steigen der Zahlen im März und Anfang April und einen Rückgang in der zweiten Hälfte des April. Beim Vordringen des Wassers der freien See wird die Besetzung wieder dichter; in den Nansennetzfängen kommt diese Zunahme nicht zum Ausdruck, da sie durch junge Copepoditstadien bewirkt wird, die die Maschen passieren. Diese jungen Copepoditen sind also scheinbar aus der freien See herangeführt, wo die Entwicklung später stattgefunden hat. Ich möchte daher, besonders in Berücksichtigung der im folgenden wiedergegebenen Ergebnisse anderer Beobachter, auch für *Calanus* und *Acartia* zwei Maxima annehmen. Kraefft fand *Acartia, Calanus, Centropages* und *Temora* im Mai und August am häufigsten, *Paracalanus* im August und November, *Pseudocalanus* im Februar und Mai. Apstein erhielt an der der unsrigen zunächst gelegenen Terminstation N 1 die größten Mengen von: *Acartia* und *Pseudocalanus* im August und November, von letzterem jedoch auch im Mai eine größere Zahl; *Calanus* im Februar und besonders November; *Centropages* im Mai besonders und im November; *Paracalanus* im Februar und Mai (sehr hoch!); *Temora* im Mai besonders und August. Beiden lagen, wie nochmals hervorgehoben sei, nur Fänge aus den Monaten Februar, Mai, August und November vor. Lohmann fand für die Acartien (aber ohne *A. Clausi!*), *Centropages, Paracalanus* und *Temora* ebenfalls ein Frühjahrs- und Sommer-Herbstmaximum, die allerdings etwas später liegen, als an unserer Station (Mai—September); *Pseudocalanus* zeigte zwar nur ein Frühjahrsmaximum im Mai, jedoch beginnt 1906 die Zahl im August zum zweiten Male zu steigen. Hensen, der nur Zahlen für die Copepoden insgesamt anführt, fand dafür entsprechende Werte wie Lohmann; es darf daher wohl angenommen werden, daß in seinem Untersuchungsjahr auch für die einzelnen Arten der Verlauf entsprechend gewesen ist. Kraefft's, Lohmann's und Hensen's Angaben würden dann also für die meisten Formen mit den meinigen gut übereinstimmen, bei Kraefft fallen jedoch die Höchstzahlen im

[1]) Jahresmittel gleich Summe der Monatsmittel dividiert durch 12.

November und die große Seltenheit im Frühjahr für *Paracalanus* auf. Die Werte für *Pseudocalanus* sind in allen vorliegenden Zählungen verschieden. Apstein's Zahlen lassen sich mit Ausnahme von *Temora* für sämtliche Arten mit keiner der übrigen Untersuchungen in Einklang bringen. G. P. Farran macht in seiner Zusammenstellung der auf den internationalen Terminfahrten (Februar, Mai, August, November) in der Zeit von 1903—1908 über die Copepoden gewonnenen Resultate für die südliche Nordsee folgende Angaben (7): *Acartia Clausi* selten und manchmal fehlend im Februar (1904, 1906, 1907) und im Mai (1903), als Zentrum kann das Gebiet zwischen der belgischen und englischen Küste gelten, hier scheinen die Bedingungen zur Entwicklung von hohen Zahlen im Mai und August günstig zu sein; *Paracalanus parvus* selten im Februar und Mai, häufiger im August und November; *Pseudocalanus elongatus* keine brauchbaren Angaben über die Periodizität, ebenso *Temora longicornis*.

Eigentümlich ist das Auftreten von *Oithona*. Ich habe unter *O. nana* auch *O. similis* mitgezählt, da die Unterscheidung bei der Zählung ziemlich aufgehalten hätte und ich außerdem erst, als die Zählungen schon weit vorgeschritten waren, auf die Arbeit van Breemen's (8), die die sicheren Unterscheidungsmerkmale bringt, aufmerksam wurde. Es ist jedoch außer Zweifel, daß an unserer Station *O. nana* überwiegt. Zu Beginn des Jahres findet sich O. mit hohen Zahlen, die bis Mitte April anhalten. Dann folgt eine ausgeprägte Tiefzeit bis Juli. In diesem Monat geht der Bestand so stark in die Höhe, daß O. zur volkreichsten Art wird. Das Maximum ist im September erreicht; von da ab geht die Zahl stark zurück, bis am Jahresschluß nur noch ein paar Hundert Individuen unter 1 qm vorkommen. Diese Volksstärke ist also gänzlich verschieden von der am Schluß des Jahres 1909, wie wir sie nach den hohen Zahlen zu Beginn des Jahres annehmen müssen. Daß es sich um eine Verschiebung des jahreszeitlichen Verlaufes handelt, ist mir wenig wahrscheinlich, denn man wäre dann gezwungen, da der hohe Bestand am Jahresanfang bis in den April anhält, anzunehmen, daß dort die Hoch-Zeit um $3^1/_2$ Monate hinausgeschoben war, oder aber, daß es sich um eine zweite Hoch-Zeit im Verlaufe eines Jahres handelt, die dann nach dem Stand am Schlusse des vorliegenden Jahres (1910) 1911 erst um Monate später einsetzen könnte. Ich glaube, die auffallende Verschiedenheit in den Zahlen läßt sich ungezwungener erklären, wenn man die Ursache in den eigentümlichen Strömungsverhältnissen der südlichen Nordsee sucht. Bekanntlich setzt durch den Kanal vom Atlantic her ein Strom, der sogenannte Kanalstrom, dessen Stärke wechselt. Dieser führt nun, wie v. Breemen festgestellt hat, allein der Nordsee die *O. nana* aus dem Ozean zu. Ich möchte daher annehmen, daß sich die Verschiedenheit in den Zahlen durch den Einfluß des Kanalstromes erklärt. Man könnte dem entgegenhalten, daß das plötzliche Emporschnellen der Volksstärke zu Beginn der Hoch-Zeit am 12. VII. gerade bei sehr niedrigem Salzgehalt stattfindet, jedoch zeigte der vorhergehende Fang (1. VII.), der bei sehr hohem Salzgehalt gemacht ist, eine starke Anreicherung an Nauplien, während alle Copepoden, ausgenommen gerade *Oithona*, zurückgegangen waren, so daß man also wohl die Nauplien als zu O. gehörig ansprechen kann, die sich dann, da *O. nana* sehr euryhalin zu sein scheint, weiter entwickelt haben. Der extrem niedrige Salzgehalt am 12. VII. wird außerdem nur auf die Oberfläche beschränkt und durch meteorologische Einflüsse (Regenfall) bedingt gewesen sein, wenn auch zweifellos ein Ausgleich von der Küste her stattgefunden hat. Überhaupt stand der Jahresanfang mehr unter dem Einfluß des Wassers der freien See, wo die Entwicklung später stattfindet.

Centropages typicus, Corycaeus anglicus und *Euterpe acutifrons* haben nur ein Maximum und fehlen sonst ganz. *Centropages* tritt Anfang Juli auf, die beiden andern etwa einen Monat später. Die Kulmination lag für *Centropages* Ende August, für *Corycaeus* und *Euterpe* Ende Oktober-November. *Centropages* wurde bis Ende Januar, *Corycaeus* bis Ende Februar, *Euterpe* bis in den April (1 Exemplar) gesehen.

Harpacticiden wurden das ganze Jahr hindurch beobachtet, etwas zahlreicher wurden sie gegen Ende des Winters.

Von besonderem biologischen Interesse ist der jahreszeitliche Verlauf der verschiedenen Entwicklungsstadien der Copepoden und ihr Verhältnis zueinander. Hier macht sich nun der störende Einfluß der hydrographischen Verhältnisse besonders fühlbar. Leider liegen mir nur Salzgehaltsbestimmungen von der Oberfläche vor, so daß sich nicht feststellen läßt, ob die Schwankungen sich nur auf die obersten Schichten beschränken, hervorgerufen durch eine Bewegung dieser Schichten vom Lande weg oder zum Lande hin infolge des Windes (die ja aber auch stets eine Gegenströmung in der Tiefe bewirken würde), oder ob eine

Durchmischung der verschiedenen Schichten stattgefunden hat. Dies ist aber von großer Bedeutung, da sich die einzelnen Entwickelungsstadien in verschiedenen Schichten aufhalten. Wie Kraefft festgestellt hat (9), weisen die Eier in der 5—0 m-Schicht meist höhere Zahlen auf als in den tieferen, die Nauplien dagegen sind in der 5—0 m-Schicht stets bedeutend häufiger als in den unteren Schichten, während die Copepoden teils überhaupt, teils in bestimmten Copepoditstadien mehr die tieferen Schichten bevorzugen. Weiterhin komplizieren sich die Verhältnisse noch dadurch, daß die Entwicklung unter Land und auf der freien See zeitlich nicht zusammenfallen. Um diesen störenden Einwirkungen etwas zu begegnen, habe ich die Monatsmittel der verschiedenen Entwicklungsstadien berechnet.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Eier	7 008	93 000	75 600	**517 280**	174 000	47 570	125 200	86 920	347 800	**486 880**	109 680	61 360
Nauplien	132 050	213 000	275 000	**381 040**	190 800	36 737	418 613	**915 000**	667 000	540 000	191 920	240 000
Copepoden	159 570	75 010	81 720	**132 760**	59 200	49 760	348 667	**734 360**	676 280	191 160	135 340	88 860
Auf 1 Copepoden kamen Eier	0,04	1,2	0,9	**3,9**	2,9	1,0	0,4	0,1	0,5	**2,5**	0,8	0,7
Auf 1 Copepoden kamen Nauplien	0,8	2,8	3,4	2,9	3,2	0,7	1,2	1,2	1,0	**2,8**	1,4	2,7

Monatsmittel der verschiedenen Entwicklungsstadien der Copepoden und ihrer Verhältnisse zueinander nach den Feuerschiff-Fängen mit dem „mittleren Apsteinnetz" auf 1 qm Wasseroberfläche berechnet.

Eier, Nauplien und Copepoden zeigen im wesentlichen denselben jahreszeitlichen Verlauf. Alle drei Stadien weisen ein Frühjahrsmaximum im April und ein bedeutenderes Sommer- resp. Herbstmaximum auf, das für Nauplien und Copepoden in den August, für die Eier dagegen erst in den Oktober fällt. Bei den Copepoden ist die Tiefzeit des Sommers schärfer ausgeprägt, bei den Nauplien und besonders den Eiern dagegen die Wintertiefzeit.

Die Fruchtbarkeit ändert sich im Verlaufe des Jahres sehr stark, wie das in der obigen Aufstellung wiedergegebene Verhältnis der erwachsenen Copepoden zu den Eiern und den Nauplien zeigt. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß die Eier und die kleinsten Nauplien die Maschen des Netzzeuges zum Teil passieren; das Verhältnis wird also in Wirklichkeit günstiger gewesen sein, als ich es nach den Fangergebnissen feststellen konnte. Wie die Aufstellung deutlich erkennen läßt, ist die Fruchtbarkeit im Frühjahr und Herbst sehr gesteigert, am stärksten im April. Im Sommer und Winter ist sie dagegen herabgesetzt. Während sich aber das Verhältnis zwischen Copepoden und Nauplien im Sommer am ungünstigsten stellt, ist das Verhältnis Eier zu Copepoden infolge der extremen Eierarmut des Januar im Sommer günstiger. Die im Gegensatz zum Jahresanfang hohen Zahlen der Nauplien und ganz besonders der Eier am Jahresschluß sind wohl auf Rechnung von *Corycaeus anglicus* zu setzen.

Für *Pseudocalanus* und *Paracalanus* habe ich noch das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen festzustellen versucht; infolge der sehr geringen Fangzahlen ist jedoch der Wert für *Paracalanus* wenig brauchbar, mit wenigen Ausnahmen überwogen bei ihm die Weibchen. Bei *Pseudocalanus* waren die Weibchen stets um das Mehrfache bis zum 16-fachen zahlreicher. Im Jahresmittel kamen 4,94 Weibchen auf ein Männchen.

Die übrigen Crustaceen.

Die Cirripedienlarven waren von untergeordneter Bedeutung. Das Cyprisstadium kam ganz vereinzelt von April bis Juni vor, etwas zahlreicher im Mai. Bei den Nauplien zeigt sich ein interessanter Unterschied in den Fangergebnissen der beiden Netze. Während das Apsteinnetz die meisten Nauplien Ende Januar fing, fanden sie sich in den Nansennetzfängen überhaupt nicht. Hier traten sie Ende März mit größeren Zahlen auf, wo sie nach den Fängen des Apsteinnetzes offenbar weit seltener waren. Sie können also in jüngeren Stadien noch Gaze 3 passieren.

Von Cladoceren kommen *Evadne Nordmanni* und *Podon,* dessen Erhaltungszustand für eine Artunterscheidung zu schlecht war, vor. Vereinzelt fanden sie sich zu allen Jahreszeiten. Die Hoch-Zeit setzt bei Evadne im Mai ein und dauert bis in den August, das Maximum liegt Ende Juni. Bildung von Dauereiern wurde im September beobachtet. Podon wird zahlreicher im Juni, kulminiert im August und erreicht das Ende seiner Hoch-Zeit im Oktober. Auf Temporalvariationen lassen bei Evadne Unterschiede in der Größe und bei Podon die Ausbildung eines Buckels schließen.

Von Amphipoden traten *Photis longicauda* und *Phthisica marina* im Herbst häufiger in den Fängen auf. Euphausidenlarven fanden sich ganz vereinzelt im Winter und Frühjahr. Decapodenlarven kamen vereinzelt das ganze Jahr vor, zahlreicher wurden sie im Sommer, das Maximum fiel in den August. Zoëa fehlte im Winter und Frühjahr, kulminierte ebenfalls im August, aber mit geringer Zahl.

Molluscen.

Muschellarven fanden sich während des ganzen Jahres, aber in stark wechselnder Menge. Die größte Zahl, 400000 unter 1 qm, wurde am 22. VIII. erbeutet. *Limacina retroversa* trat nur ganz vereinzelt zu allen Jahreszeiten auf.

Tunicaten.

Die beiden hier vorkommenden Appendicularien *Fritillaria borealis* und *Oikopleura dioica* zeigen ein höchst eigenartiges Auftreten. Beide Arten haben je ein ausgesprochenes Maximum, *Fritillaria* im April und *Oikopleura* Ende Juni. Diese dürften dem normalen Verlauf entsprechen. Außerdem aber gingen die Zahlen für beide Arten im Mai spontan in die Höhe. In diesem Monat hat offenbar ein Vorstoß des Wassers der freien See stattgefunden, der die beiden pelagischen Formen herangeführt haben wird; sonderbarerweise aber finden sich nun die höchsten Zahlen nicht an dem Tage des höchsten Salzgehaltes, sondern erst etwas später.

Pisces.

Fischeier erschienen zum ersten Male im Februar und dauerten in beschränkter Zahl bis in den August, das Maximum lag im März; außerdem erfuhren die Zahlen nochmals eine geringe Steigerung im Juni. Fischlarven traten naturgemäß etwas später auf und hielten dementsprechend länger aus.

Die Eier von *Sagitta,* Rotatorien und Schizopoden habe ich wegen ihres schlechten Erhaltungszustandes nicht sicher auseinanderhalten können; sie sind daher unter der Bezeichnung „Großes Ei" zusammengefaßt.

Verlauf des gesamten Netzplanktons im Jahre 1910 bei Borkumriff.

Soweit die Netzfänge, in denen ja aber die zarten, nackten Formen, wie Gymnodinien, ganz fehlen und die kleinsten Formen garnicht oder nur teilweise erbeutet werden, erkennen lassen, übertrifft das pflanzliche Plankton während des ganzen Jahres das tierische der Menge nach, während der Wucherungsperioden um ein Vielfaches. Nur während einer kurzen Zeit im Winter (31. I., 7. II., 14. II.) zeigen die Tiere ein geringes Übergewicht. Das pflanzliche Plankton wiederum wird beherrscht von den Diatomeen, während der Tiefzeit des Winters und außerdem noch einmal im Mai allerdings nur in geringem Maße. Hier sind sogar in einigen Fängen (3. I., 20. I., 25. I., 2. V.) die Peridinialen zahlreicher. Im einzelnen verhalten sich die Diatomeen recht verschieden. Die meisten Formen haben nur eine Hoch-Zeit, die entweder in das Frühjahr oder in den Spätsommer-Herbst fällt, bei der Mehrzahl jedoch in den Spätsommer-Herbst. Eine sichere Ausnahme machen nur *Coscinodiscus radiatus* und *C. oculus iridis,* die im Winter kulminieren, und *Guinardia flaccida,* die im Juli am zahlreichsten auftritt. Sonst weichen noch ab: *Bacillaria paradoxa, Bellerochea malleus* und *Coscinodiscus sp. sp.,* die im Winter ihr Maximum haben, und *Leptocylindrus sp.,* bei dem es in den Juli fällt; doch sind die Werte hierfür unsicher. Bei den Formen mit zwei Hoch-Zeiten liegt stets das eine Maximum im Frühjahr, das andere im Spätsommer-Herbst. Ausgenommen *Bacteriastrum varians* und *Biddulphia mobiliensis* (und *Navicula sp. sp.,* die aber unsicher

gefangen werden) ist bei allen Formen mit zwei Hoch-Zeiten die im Frühjahr volkreicher, zum Teil weit *(Eucampia zodiacus, Thalassiosira gravida!)*. Da außerdem einige Frühjahrsformen eine ganz enorme Volksstärke zeigen, so übertrifft die Gesamtwucherung der Diatomeen im Frühjahr die im Herbst an Zahl mehrfach. Die Peridinialen insgesamt zeigen ein Maximum im Oktober. Ein zweites findet sich im Mai, dies ist jedoch wie auch das schon erwähnte Überwiegen gegenüber den Diatomeen wohl auf die hydrographischen Verhältnisse unserer Station, auf die ich im nächsten Abschnitt noch näher eingehen werde, zurückzuführen.

Unter den Tieren überwiegen mit Ausnahme von zwei Fängen (25. I. und 30. XI.) stets die Metazoen mit ihren Entwicklungsstadien. Hier dominieren vollkommen die Copepoden mit ihren Jugendstadien, so daß das Auftreten des gesamten tierischen Planktons gleichbedeutend ist mit dem ihrigen. Es zeigt sich demnach ein geringeres Frühjahrs- und ein bedeutenderes Herbstmaximum. Die Mehrzahl der Formen hat nur eine Hoch-Zeit, die für die meisten in den Herbst fällt. Bei den Frühjahrsformen handelt es sich mit Ausnahme von *Arachnactis, Rotatorien* und *Fritillaria* um Entwicklungsstadien. Ausgesprochene Sommerformen sind die Cladoceren. Zwei deutliche Hoch-Zeiten zeigen nur die Mehrzahl der Copepoden mit ihren Entwicklungsstadien und *Sagitta*. Im Gegensatz zu den Copepoden lieferte *Sagitta* die höchsten Zahlen im Frühjahr.

Einen guten Überblick über die Beteiligung der verschiedenen Planktontengruppen an der Zusammensetzung des gesamten Netzplanktons im Verlaufe des Jahres gibt die nebenstehende Zusammenstellung der aus Tabelle A berechneten Monatsmittel der Bevölkerungsdichte unter 1 qm Oberfläche.

Die Bedeutung der hydrographischen Verhältnisse der Station für das Plankton.

Bei der Besprechung der einzelnen Formen habe ich bereits mehrfach auf den Einfluß der hydrographischen Verhältnisse hinweisen müssen. Ich hatte bereits hervorgehoben, daß es sich bei den Schwankungen des Salzgehaltes an der Oberfläche nicht immer feststellen läßt, ob eine Bewegung der oberen Schichten von See oder von Land durch den Wind stattgefunden hat oder eine Durchmischung der verschiedenen Wasserschichten an Ort. Ich werde daher für die folgende Zusammenfassung nur die drei Steigerungen des Salzgehaltes am 25. I., 2. V. und 1. VII. berücksichtigen, die durch ihr steiles Ansteigen weit über das Jahresmittel erkennen lassen, daß sicher ein Vordringen des Wassers der freien See vorliegt, und verweise auf die Zahlen der an diesen Tagen gemachten Fänge in den Tabellen.

Ein Vordringen des Seewassers wird eine Anreicherung der Hochseeformen und eine Verarmung an Küstenformen in den Fängen bewirken. Als pelagische Formen erweisen sich dadurch z. B. Peridinialen, *Acartia, Podon, Fritillaria;* als sicher neritische die meisten Diatomeen, *Rotatorien, Bipinnaria, Echinopluteus, Temora*. Eine weitere Störung kann dadurch eintreten, daß die Entwicklung der Planktonten auf See etwas später stattfindet als unter Land; ich erinnere an das bei den Polychaetenlarven Gesagte. Hierdurch erklärt sich wohl auch der große Unterschied in den Zahlen am Schluß und am Anfang des Jahres, besonders bei den Copepoden. Am Schluß des Jahres ist der Salzgehalt sehr zurückgegangen, während der Anfang unter dem Einfluß des Wassers der freien See stand (vgl. die Salzgehaltskurve). Manche Pflanzen scheinen auch, wenn sie im Sommer von der See unter Land getrieben werden, infolge der günstigeren Bedingungen dort zu einer spontanen starken Vermehrung angeregt zu werden. Hierfür scheint mir das sprunghafte Auftreten von *Rhizosolenia Stolterfothi*, die als gute Hochseeform zu gelten hat, im Juli zu sprechen. Schließlich können sich die Verhältnisse noch dadurch komplizieren, daß sich die verschiedenen Entwicklungsstadien einer Art in verschiedenen Schichten aufhalten und daher in verschiedener Weise von der Strömung betroffen werden. Das Nähere hierüber habe ich bereits bei der Besprechung der Entwicklungsstadien der Copepoden (S. 116) ausgeführt. So wird die Entwicklung des Planktons vielseitig gestört, und es ist oft ungemein schwer, den normalen Verlauf zu erkennen. Ich habe stets mich bemüht, unter Berücksichtigung aller dieser Störungsmöglichkeiten den normalen Verlauf festzustellen; ob es mir immer gelungen ist, können wohl nur spätere, eventuell erst mehrfach wiederholte Untersuchungen ergeben.

Monatsmittel der Planktonorganismen in Gruppen zusammengefaßt nach den Feuerschiff-Fängen mit dem „mittleren Apsteinnetz“ auf 1 qm Wasseroberfläche berechnet (durch Multiplikation der durch Zählung ermittelten Werte mit 80).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahres-mittel[1])
Biddulphien 195 506 760	26 850	110 380	27 445 440	928 330	×	×	5 000	×	10 680	65 542 600	2 532 520	529 760	7 260 963
Chaetoceras 1 764 089 550	65 570	×	15 439 720	105 164 520	72 707 470	298 711 670	154 900	13 560 000	5 383 560	3 500 000	3 220 000	380 000	43 190 618
Coscinodisken 10 694 400	64 580	39 080	246 200	122 240	5 170	6 190	×	2 300 240	1 072 280	676 040	205 120	340 880	423 168
Rhizosolenien 508 714 040	680	×	×	2 400	69 340	1 789 490	75 853 330	118 527 000	8 440 000	9 822 000	1 086 920	337 180	17 994 028
Thalassiosiren 9 050 592 080	—	15 020	4 374 006 000	75 630 000	—	—	—	—	—	—	×	—	370 804 252
Die übrigen Diatomeen 1 927 523 460	36 500	425 530	207 199 920	1 658 962 110	206 400	302 000	5 207 000	25 526 000	13 353 500	12 515 500	3 458 500	330 500	160 626 955
Diatomeen insgesamt 13 457 120 290	194 180	590 010	4 624 337 280	1 840 809 600	72 988 380	300 809 350	81 220 230	159 913 240	28 260 020	92 056 140	10 503 060	1 918 320	600 300 000
Ceratien 66 536 040	245 670	28 220	67 800	244 040	248 640	295 360	989 920	3 117 800	3 501 940	19 742 760	2 271 640	832 440	2 632 186
Peridinien und Pyrophacus 9 475 360	—	—	500 000	569 420	960 060	×	33 490	114 040	180 400	348 440	5 560	×	225 951
Peridinialen insgesamt 76 011 400	245 670	28 220	567 800	813 460	1 208 700	295 360	1 023 410	3 231 840	3 682 340	20 091 200	2 277 200	832 440	2 859 000
Pflanzen insgesamt 13 533 131 690	439 850	618 230	4 624 905 080	1 841 623 060	74 197 080	301 104 710	82 243 640	163 145 080	31 942 360	112 147 340	12 780 260	2 750 760	603 200 000
Protozoen 7 141 440	186 910	41 920	77 520	191 240	6 780	43 090	107 330	60 200	1 553 880	293 520	360 600	118 000	253 416
Copepoden mit Entwicklungsstadien 24 190 850	298 630	381 010	432 320	1 031 080	424 000	134 070	892 480	1 736 280	1 691 080	1 218 040	436 940	390 220	755 513
Die übrigen Metazoen 3 008 820	6 670	4 680	125 880	177 030	78 020	41 310	88 290	288 240	193 880	108 040	15 960	2 880	94 240
Metazoen insgesamt 27 199 670	305 300	385 690	558 200	1 208 110	502 020	175 380	980 770	2 024 520	1 884 960	1 326 180	452 900	393 100	849 753
Tiere insgesamt 34 341 110	492 210	427 610	635 720	1 399 350	508 800	218 470	1 088 100	2 084 720	3 438 840	1 619 700	813 500	411 100	1 104 000

[1]) Jahresmittel gleich der Summe der Monatsmittel dividiert durch 12.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1. Apstein (1905): Das Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten, 1. Teil (Volumina 1903). Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. 9. Kiel.
2. Apstein (1909): Neue Apparate für Meeresforschung. Mitteil. d. Deutschen Seefischerei-Vereins, 1909. H. 11.
3. Lohmann (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. 10. Kiel.
4. Kraefft (1908): Über das Plankton der A-, B-, C-Stationen in der Elbmündung. Mitt. d. Deutschen Seefischerei-Vereins, 1908. H. 1.
5. Merckle (1909): Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. 11. Kiel.
6. Hensen (1886): Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren. V. Jahrbuch d. Kommission zur Unters. d. deutschen Meere (1882—1886). Berlin.
7. G. P. Farran (1910): Bulletin trimestriel des résultats acquis pendant les croisières périodiques, 1902—1908. Résumé planktonique 1. Kopenhague.
8. van Breemen (1903): Über das Vorkommen von *Oithona nana* Giesbr. in der Nordsee. Publ. de Circonstance. Nr. 7.
9. Kraefft (1908): Über das Plankton in Ost- und Nordsee und den Verbindungsmeeren. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. 11. Kiel.
10*). Hensen (1911): Das Leben im Ozean . . . . Ergebnisse d. Plankton-Expedition. Bd. V. O. Kiel.
11. Apstein (1908): Übersicht über das Plankton 1902—1907. Die Beteiligung Deutschlands an der internationalen Meeresforschung. IV.—V. Jahresbericht. Berlin 1908.

*) Diese wichtige Arbeit erhielt ich leider zu spät, um sie noch im vollen Umfange verwerten zu können.

Anmerkungen zu den Tabellen.

Die Organismen, die nicht vollständig vom Apsteinnetz (Gaze Nr. 25) zurückgehalten werden, sind durch einen Stern * rechts oberhalb der laufenden Speziesnummer gekennzeichnet. Bei denjenigen Organismen, die in besonders hohem Maße vom Fangverlust betroffen werden, ist außerdem noch die Speziesnummer eingeklammert.

Ein liegendes Kreuz × in den Tabellen besagt, daß der betreffende Organismus gesehen wurde, aber in so geringer Menge auftrat, daß ein brauchbarer Wert durch die Zählung nicht gewonnen werden konnte.

№ bedeutet, daß die Form unter der mit dieser Nummer bezeichneten Art gezählt worden ist.

Die Zahl hinter der Artbezeichnung gibt die Gesamtsumme der Individuenzahlen aller Fänge an. Die eingeklammerte Zahl dahinter bezeichnet die Anzahl der Fänge, aus denen diese Gesamtsumme berechnet wurde.

M soll heißen Millionen.

Fangübersicht.

Monat	Tag	Uhr	Temperatur des Wassers an der Oberfläche in ^{0}C	Salzgehalt des Wassers an der Oberfläche in $^0/_{00}$	Besondere Journal-Bemerkungen
Januar	3.	5^{5} p. m.	6,0	33,46	
	10.	11 a. m.	6,0	32,70	
	20.	6^{30} p. m.	5,7	32,90	17.—19. Sturm.
	25.	12^{40} p. m.	4,5	34,54	24. Schneesturm.
	31.	4^{30} p. m.	4,6	32,79	
Februar	7.	9^{30} a. m.	6,4	32,99	
	14.	2 p. m	4,5	32,77	
	22.	11^{20} a. m.	5,0	33,84	21. Sturm.
	28.	2^{25} p. m.	4,5	33,32	
März	7.	7^{45} a. m.	5,4	31,36	Sehr schönes und ruhiges Wetter. Wind S 1. Leicht bewölkt. Seegang 0.
	14.	1^{15} m.	5,6	32,94	Gutes, aber veränderliches Wetter. Wind WSW 2. Heiter. Seegang 3. Glas mit Planktonfang auf dem Transport zerbrochen!
	21.	7^{15} m.	5,2	31,83	Schönes, klares Wetter. Wind SW 3. See ruhig. Glas mit Planktonfang auf dem Transport zerbrochen!
	28.	1^{20} p. m.	5,9	31,42	Trübe Luft. Wind WNW, auffrischend. Seegang 1—2.
April	4.	11^{40} p. m.	6,5	31,23	
	11.	12^{45} p. m.	7,5	31,89	
	18.	6^{50} a. m.	7,6	32,92	
	26.	12^{50} a. m.	7,0	33,33	Wegen Sturmes erst 26. IV. gefangen. Glas mit Brutnetzfang zerbrochen!
Mai	2.	4^{5} m.	7,0	34,99	
	9.	11^{55} m.	9,4	32,95	Sehr schönes und ruhiges Wetter. Wind ONO 2. Dünung 2.
	16.	11^{25} m.	11,6	32,59	
	23.	11^{10} m.	13,0	32,63	
	30.	3^{50} m.	11,6	33,12	See unruhig. Wind W 5—6.
Juni	6.	10^{50} a. m.	14,0	33,125	Glas mit Brutnetzfang zerbrochen!
	13.	3^{45} p. m.	14,5	33,24	
	20.	10^{40} a. m.	15,5	32,46	
Juli	1.	6 a. m.	14,2	34,46	Wegen Sturmes erst 1. VII. gefangen.
	5.	9^{20} a. m.	15,5	33,50	
	12.	3^{55} p. m.	18,1	30,73	
	19.	9^{15} a. m.	16,0	31,81	Der heutige Fang ist mit dem neuen Planktonnetze ausgeführt.
	27.	3^{25} p. m.	16,0	32,72	Am Montag und Dienstag konnten wegen grober See die Fänge nicht ausgeführt werden.
August	1.	7^{20} p. m.	17,0	32,59	
	8.	1^{45} p. m.	18,4	31,69	
	15.	7^{40} p. m.	17,8	31,52	
	22.	12^{45} p. m.	16,8	32,54	
	29.	4 p. m.	14,8	33,32	
September	6.	1^{10} p. m.	17,0	32,32	Am Montag konnten wegen hohen Seeganges die Fänge nicht ausgeführt werden.
	12.	4^{10} p. m.	15,4	32,30	
	18.	11^{10} a. m.	17,0	32,32	Herrliches Wetter, spiegelglatte See. Fische, wahrscheinlich Makrelen, in Scharen in der Nähe des Schiffes.
	25.	4 p. m.	15,1	33,13	Herrliches Wetter, spiegelglatte See. Fische, wahrscheinlich Makrelen, in Scharen in der Nähe des Schiffes.
Oktober	10.	3^{20} p. m.	14,5	33,18	
	17.	11^{50} a. m.	13,8	33,35	
	24.	3^{30} a. m.	13,8	33,09	
	31.	11 a. m.	11,2	32,51	
November	9.	3^{20} p. m.	9,1	33,41	Wegen stürmischer Witterung Fänge erst heute ausgeführt.
	22.	3^{5} p. m.	8,6	33,58	Wegen stürmischer Witterung Fänge erst heute ausgeführt.
	30.	11 a. m.	7,8	32,945	
Dezember	6.	2 p. m.	7,2	32,85	
	12.	7^{30} p. m.	6,7	32,42	
	19.	1^{45} p. m.	6,7	31,76	
	28.	9^{10} a. m	5,8	31,40	Wegen stürmischer Witterung Fänge erst heute ausgeführt.

Tabelle A.

Zahl der Organismen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm Oberfläche berechnet aus den Apsteinnetzfängen.

		Januar			Februar		März		April		Mai			Juni		Juli		Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
	Datum	3. 20.	10 25.	31.	7. 22.	14. 28.	7. 21.	14. 28.	4. 18.	11. 26.	2. 16.	9. 23.	30.	6. 20.	13.	1.	12. 27.	8. 22.	6. 18.	10. 24.	9. 30.	12. 28.
	Setzvolumen nach 24 Stunden (in ccm)	0,35 0,55	0,45 0,55	0,45	0,25 0,55	0,35 0,85	0,50	3,05	3,2 2,35	7,9 0,8	1,75 6,9	2,55 11,2	10,3	3,8 5,9	5,5	1,0	3,6 2,2	54,0 17,4	7,6 4,2	18,9 10,3	2,6 1,2	1,1 0,5
	Setzvolumen nach 8 Tagen (in ccm)	0,30 0,55	0,45 0,50	0,45	0,25 0,50	0,35 0,75	0,40	2,7	2,15 1,85	6,1 0,7	1,3 5,9	2,15 9,85	9,4	3,0 5,1	4,1	1,0	3,1 1,9	46,2 15,0	6,4 3,4	16,6 8,35	2,1 1,1	1,0 0,5
	Verdrängungsvolumen (in ccm)	0,05 0,07	0,115 0,19	0,21	0,015 0,01	0,01 0,01	0,01	0,36	0,2 0,13	0,85 0,05	0,05 0,45 (?)	0,3 0,96	0,16	0,11 0,42	0,1	0,19	0,57 0,27	0,43 1,16	2,5 1,03	6,5 1,18	0,23 0,24	0,18 0,1
Diatomaceae.	1.)* *Actinoptychus undulatus,* Ehbg. 93 920 (5)	— ×	— —	× —	· ×	× 9440	4480 —	— 28240	× —	47040 —	— ×	4720 —	× —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	· ×	× ×
	(3.)* *Asterionella japonica,* Cleve 6 506 980 720 (6)	— —	— —	— —	— —	— 40720	940000 —	— 292 M	694 M 20 M	5500 M —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	4.* *Bacillaria paradoxa,* Gmel. 904 440 (6)	— —	— —	× —	— 740000	— 16600	20000 —	— 9360	53440 —	65040 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	5.* *Bacteriastrum varians,* Lauder 55 080 000 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— ×	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	20880000 17440000	10 M 6 M	760000 —	× —	— —
	6. *Bellerochea malleus,* Brightw. 302 960 (8)	1600 18880	40000 13360	18880 —	17760 160240	32240 —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× ×
	7.* *Biddulphia aurita,* Brèb. 57 325 200 (8)	— —	× —	— —	4000 4560	7520 252880	1,4 M —	— 53331200	1520000 ×	805040 ×	— —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —
	8. *Biddulphia favus,* (Ehbg). v. Heurck 6640 (12)	400 160	160 —	1440 —	880 1040	800 160	80 —	— —	— ×	720 ×	— —	— —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 160	— —	— 640
	9. *Biddulphia mobiliensis,* Gran 3 082 280 (23)	25920 30080	23520 12960	22240 —	4640 119920	9680 23360	38960 —	— 120000	227160 11760	200000 —	— ×	— —	× —	× —	— —	× —	480 13520	— —	× 8000	560000 125040	115040 1080000	280000 30000
	10.* *Biddulphia rhombus,* (Ehbg.) W. Sm. 28 960 (3)	× —	— ×	— —	— —	— —	— —	— —	× —	20000 —	80 —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	— —	× ×	— 8880
	11. *Biddulphia sinensis,* Grev. 135 035 040 (11)	160 —	560 ×	— —	— ×	— —	640 —	— —	— ×	320 —	— —	— —	× —	— ×	— —	— —	× —	— ×	× 13360	64,8 M 65,6 M	2960000 920000	400000 340000
	12. *Biddulphia sp. sp.* 28 640 (4)	— —	— 8880	7760 —	8000 —	× 4000	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	13.* *Cerataulina Bergoni,* Perag. + № 22. 234 593 760 (8)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 20666000	3480000 121 M	44 M 213760	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2480000 2120000	— —	640000 ×	— ×	— —
	14.* *Chaetoceras sp. div.* 1 764 089 550 (30)	38290 42900	120000 126640	— —	— —	— —	214000 —	— 30665440	18,5 M 10,1 M	392 M 58080	126640 2095360	29094880 8760480	323,46 M —	428,135 M 418 M	50 M —	77280 —	387440 ×	13760000 13360000	9900000 867120	3360000 3640000	4200000 2240000	580000 180000
	15. *Coscinodiscus grani* 8 449 520 (26)	5120 3760	3680 320	1280 —	640 640	80 160	— —	— 320	4160 640	4000 —	— —	— —	3760 —	— 400	480 —	— —	— —	160 4520000	2040000 51120	1040000 187040	10000 267040	187040 117680
	16. *Coscinodiscus oculus iridis,* Ehbg. 56 240 (19)	11360 3920	— 320	6240 —	2640 4640	1840 1120	560 —	— 1440	8720 2160	9680 160	— —	— —	480 —	— 240	× —	— —	— —	160 —	— —	× —	— 80	— 480
	17. *Coscinodiscus radiatus.* Ehbg. 47 680 (19)	2480 5200	2000 2400	13680 —	2160 5840	2560 320	— —	— 1360	640 160	4160 240	— ×	800 —	400 —	— —	— —	— —	— ×	× —	— —	× —	— 400	400 2480
	18.* *Coscinodiscus sp. sp.* 2 140 960 (26)	8880 18880	200000 14480	18880 —	26720 54480	8000 44480	61200 —	— 427520	240480 —	213760 —	2240 ×	× 7040	11120 —	8880 8880	— —	— —	× —	— 80160	— 53440	95040 30000	25840 106880	213760 159920
	19.* *Ditylium Brightwelli,* West. 1 915 640 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	22240 —	— 640000	307280 —	227120 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	720000 ×	× —
	20.* *Eucampia zodiacus,* Ehbg. 258 604 920 (14)	— —	— —	— —	— —	— 62640	393200 —	— 1599360	44649000 61 M	126 M 1333360	× —	320640 —	— —	— —	— —	— —	— —	291680 ×	800000 ×	14720000 5040000	75040 2320000	— —
	21.* *Guinardia flaccida,* Castr. 27 197 840 (21)	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— ×	— 17760	11120 27840	5920 12800	× 13520	307280 —	66720 105040	187040 —	8,2 M —	2 M —	4320000 2680000	4720000 187040	387440 1760000	547760 1360000	280560 —
	(23.)* *Paralia sulcata,* (Ehbg.) Cleve 4 186 160 (10)	× ×	× 46400	43360 —	103440 —	— 38960	× —	— ×	× —	— —	× ×	200000 42320	× —	881760 ×	— —	— —	× —	— —	1,2 M —	1028720 601200	— —	— —
	(24.)* *Navicula sp. div.* 7 073 840 (13)	— —	— —	× —	— 210000	— —	— —	— 840000	× —	600000 ×	— ×	4720 120000	× —	100000 25040	240480 —	— —	200000 —	— 840000	3760000 40080	93520 —	× —	— —
	27.* *Rhizosolenia semispina,* Hensen 9 200 000 (4)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	40000 —	— 720000	— —	440000 —	— —	— 8 M	— —	— —	× —	— —
	28.* *Rhizosolenia Shrubsolei,* Perag. 376 844 920 (15)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— 9600	— —	— 4000	102800 —	24000 3440000	— —	10080000 —	104 M 16 M	16 M 210 M	16 M 880000	× 44000	253840 —	6680 —
	29.* *Rhizosolenia Stolterfothi,* Perag. 106 438 400 (10)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 9600	— —	— —	199920 —	64480 280000	400000 —	1040000 —	96 M ×	334000 2720000	× ×	4920000 ×	— 480000	× —
	30. *Rhizosolenia styliformis,* Brightw. 4 110 400 (7)	2160 400	80 400	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1960000 2800000	— ×	347360 —
	31. *Rhizosolenia robusta* 11 680 320 (6)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	452000 5400000	520000 920000	320000 320
	32.* *Streptotheca tamensis,* Shrubs. 2 948 160 (9)	— —	— —	— —	— —	— 200000	45040 —	— 387440	187040 173680	55040 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× 1520000	240000 139920
	(33.)* *Thalassiosira gravida,* Cleve 8 861 260 080 (5)	— —	— —	— —	— —	— 60080	2680000 —	— 8556 M	298 M ×	4520000 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— —
	(34.)* *Thalassiosira hyalina* 35 332 000 (1)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 35332000	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

Tabelle A. (1. Fortsetzung.)

	Datum	Januar			Februar		März		April		Mai			Juni		Juli		Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
		3. 20.	10. 25.	31.	7. 22.	14. 28.	7. 21.	14. 28.	4. 18.	11. 26.	2. 16.	9. 23.	30.	6. 20.	13.	1.	12. 27.	8. 22.	6. 18.	10. 24.	9. 30.	12. 28.
	(35.)* *Thalassiosira Nordenskjoldi*, Cleve 136 000 000 (1)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 136 M	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	(36.)* *Thalassiosira sp. div.* 18 000 000 (1)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 18 M	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	(37.)* *Thalassiothrix nitzschioides*, Grun. 66 251 900 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	37840 —	— 54 M	4240000 ×	7,6 M —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	374060 —	— —
	(38.)* *Leptocylindrus sp.* 538 920 320 (4)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	536 M —	2160000 600000	— —	— —	160320 —	— —
Peridiniales.	40.* *Ceratium furca*, Ehbg. 77 840 (5)	640 320	160 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	× 26720	× ×	— —	— —	— —	— —
	41.* *Ceratium fusus*, (Ehbg.) Dujard. 44 665 120 (36)	233280 122720	313200 200000	43520 —	18800 32240	8720 52240	51120	— 84480	205040 215040	520000 23200	360000 480000	240480 14000	135040 —	170000 427520	280560 —	334000 —	560000 2 M	960000 4560000	4680000 600000	15,4 M 6960000	3 M 560000	600000 219920
	42. *Ceratium longipes.* (Bail.) Cleve 21 097 280 (25)	180000 152720	5200 29680	8240 —	560 80	80 ×	— —	— ×	320 ×	11120 1200	6000 ×	7040 —	— —	— ×	— —	× —	13520 28880	75600 640000	1520000 170000	7320000 9240000	640000 227120	620000 199920
	43. *Ceratium macroceras*, Ehbg. 182 080 (5)	320 80	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— ×	— —	— —	— 6640	× ×	— —	105040 70000	— —	× —
	44. *Ceratium tripos*, (O. F. M. Nitzsch. 513 720 (13)	160 80	— —	— —	— —	160 —	— —	— —	160 —	— 80	160 —	— —	480 —	— ×	8000 —	— —	— —	× ×	× 33880	100000 240480	105040 ×	25040 ×
	(45.)* *Peridinium conicum*, Ostf. u. Schmidt 87 920 (2)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	22880 —	65040 —	— —	— —
	47. *Peridinium depressum*, Bail. 861 040 (9)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	× —	— ×	— —	— —	7040 40000	11120 70000	46720 110000	85040 480000	11120 —	— —
	(48.)* *Peridinium ovatum*, (Pouchet) Schütt 5 013 280 (11)	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— —	— ×	× 12560	200000 1120000	2760000 26720	560000 —	— —	— —	— ×	53440 —	× 66800	106880 40080	× 66800	— —	— —
	49.* *Peridinium pallidum*, Ostf. 111 920 (2)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 5040	— —	— ×	106880 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	50.* *Peridinium pellucidum*, (Brightw.) Schütt 46 800 (3)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× 5040	15040 ×	— ×	26720 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	(51.)* *Peridinium punctulatum*, Pauls. 3 240 000 (2)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 1 M	2240000 —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	52.* *Pyrophacus horologicum*, Stein 114 400 (2)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	× 80160	34240 ×	× —	— —	— —
Protozoa.	53. *Bodenforaminiferen* 891 920 (13)	1360 106640	38960 49200	14640 —	5360 20000	5680 ×	— —	— ×	× —	600000 400	320 ×	16000 —	× —	× —	— —	× —	× 33360	— ×	— —	× —	— —	— —
	54. *Noctiluca miliaris*, Surir 3 270 800 (33)	7200 2560	8880 560	3040 —	2800 1440	2400 3360	3360 —	— 2000	4080 12880	960 2480	3920 80	240 —	× —	640 20000	95120 —	35280 —	53360 200000	20400 100000	1840000 720000	80 ×	115040 3920	4480 240
	55. *Tintinnopsis campanula*, Ehbg. 22 800 (6)	160 160	80 80	80 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	22240 —	— —
	(56.)* *Tintinnopsis nucula*, Fol. 2 955 920 (23)	47600 220000	113280 300000	20080 —	42560 38000	32560 13520	3360 —	— 32960	14080 —	105040 —	13360 —	— ×	× —	13520 —	— —	— —	— ×	— —	213760 334000	440000 146960	60000 520000	38000 193280
Coelenterata.	57. *Medusae craspedotae sp. div.* 62 160 (27)	80 —	160 80	— —	— —	80 —	— —	— —	240 800	560 400	320 320	320 —	— —	240 80	80 —	240 —	11280 3340	80 960	1360 2080	4080 18400	400 12160	3040 480
	58. *Ctenophora sp. div.* 2560 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	880 —	— 320	160 —	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	1120 —	— —	— —	— —
Echinodermata.	60. *Bipinnaria* 29 680 (19)	— —	— 160	240 —	— 640	— 720	1120 —	— 1520	6560 2720	8800 400	1440 560	1120 800	— —	160 640	960 —	160 —	960 —	— —	— —	— —	— —	— —
	61 *Echinopluteus* 32 320 (14)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 240	880 —	240 640	800 480	2320 —	1280 14080	7680 —	2080 —	— 1360	160 —	— —	— —	80 —	— —
	62. *Ophiopluteus* 23 520 (11)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	480 —	320 —	— 320	480 80	160 —	— —	80 —	20160 —	560 —	— —	— 480	— —	400 —	— —
	63. *Ophiuride juv.* 1440 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	400 —	160 480	— —	— 240	160 —	— —	— —
Vermes.	64. Lovén'sche Larve 8960 (9)	— —	— —	— -	80 —	— 80	1760 —	— 2080	2800 240	1200 —	— —	640 —	— —	— 80	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	66. *Pilidium* 2720 (10)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	— —	80 —	160 —	— —	— —	— —	80 —	160 320	— —	160 1120	480 —	— 80	— —
	67. *Polydnaeta-larvae* 96 000 (28)	80 —	— —	240 —	80 160	— —	480 —	— 1520	9600 4880	11280 240	— 6640	2560 80	— —	320 480	320 —	320 1280	1280 —	160 31120	4000 8960	6480 2800	160 320	160 —
	68. *Polydnaeta-larvae* (in Gehäuse) 11 360 (9)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	800 —	— 720	400 —	— —	— —	160 —	— 560	1360 —	— 6640	640 80	— —	— —	— —
	69. Larve mit 2 Tentakeln 9600 (17)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 960	80 2480	400 —	480 480	1920 —	560 —	320 240	320 —	320 80	560 —	— 240	— 80	80 —	— —	— —
	70*. Larve, flach 4280 (8)	— —	— —	— —	880 640	— —	1200 —	— —	— 720	560 —	80 —	80 —	320 —	— ×	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	72. *Sagitta bipunctata*, Quoi u. Gaim. 28 720 (17)	— —	— —	400 —	— 480	80 —	80 —	— 80	160 —	— —	— —	— —	— —	— —	320 —	80 —	480 —	240 1280	2480 6160	8080 4560	3680 —	80 —
	73. *Rotatoria sp. div.* 830 800 (6)	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— 220000	160000 64480	280960 —	— 320	105040 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

Tabelle A. (2. Fortsetzung.)

	Datum	Januar			Februar		März		April		Mai			Juni		Juli		Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
		3. 20.	10. 25.	31.	7. 22.	14. 28	7. 21.	14. 28.	4. 18.	11. 26.	2. 16	9. 23.	30.	6. 20.	13.	1.	12. 27.	8. 22.	6. 18.	10. 24.	9. 30.	12. 28.
	74. *Plaaaria sp. div.* 29 680 (15)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2560 160	3200 —	— —	80 —	— —	— 1200	— —	3040 —	320 480	12000 1760	3440 480	320 560	— —	80 —
Bryozoa.	75. *Cyphonautes* 7840 (27)	80 160	240 80	480 —	80 480	160 160	800 —	— 640	480 —	320 80	160 1200	320 —	— —	— 160	80 —	80 —	— —	240 800	160 80	160 —	— —	80 80
Copepoda.	76.* *Copepoda-ova* + № 77, + № 78. 6 240 960 (36)	4000 5040	8000 6640	3360 —	52560 220000	54960 44480	61200 —	— 130000	587840 140000	1320000 21280	38800 141680	400000 22240	267200 —	48960 65040	16720 —	95040	146960 133600	13520 160320	400000 267040	360000 360000	45680 173680	80160 42560
	77.* *Centropages-ova* № 76	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	— —	— —	12000 —	— —	— —	— —	× —	28560 —	40000 213760	— —	
	78. *Oithona-ova* (in Brutsäcken) № 76	— —	— —	8000 —	— —	— —	13520 —	— —	— —	— —	— —	— —	× —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	79.* *Copepoda-Nauplius* 11 014 290 (36)	126640 85120	260000 48240	140240 —	125200 286560	140240 300000	420000 —	— 130000	680000 180000	640000 24160	106640 307280	320480 104560	115040 —	44480 21250	44480 —	307280 —	641280 307280	150000 1680000	1 M 334000	520000 560000	130000 253840	240000 240000
	80. *Acartia Clausi,* Giesbr. 604 720 (36)	400 2160	640 1600	640 —	480 400	720 7040	3440 —	— 10160	12000 4400	11520 1760	16720 19440	17840 7520	15040 —	5600 53280	9680 —	75600 —	58800 140000	15200 80000	8880 4640	9200 4400	480 240	2720 2080
	82. *Calanus helgolandicus,* Claus 16 800 (20)	— 160	80 160	240 —	— 160	— —	— —	— —	— —	160 —	80 —	— —	— —	— —	— —	160 —	80 4800	160 880	4960 400	— 240	480 —	80 —
	83. *Calanus helgolandicus iuv.* № 82	— 80	160 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	320 —	— —	160 —	240 1280	— 400	— 480	— 80	80 —
	84. *Corycaeus anglicus,* Lubb. 153 280 (12)	800 160	960 80	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	8880 1680	35920 30560	1600 44720	22240 5680
	85. *Centropages hamatus,* Lilljeb. 19560 (20)	— —	— 160	— —	— —	— —	— —	— 80	100 240	160 —	160 640	160 320	560 —	640 1680	320	1360 —	1200 8080	960 3360	— —	— —	— 80	— 160
	86. *Centropages typicus,* Kroyer 11 280 (7)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 2240	5040 —	1040 1040	240 720	960 —
	87. *Euterpe acutifrons,* Dona 165 240 (18)	400 480	1040 400	2960 —	1200 560	640 —	240 —	— —	80 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1920 8000	42240 11600	2480 64480	25560 1200
	88. *Harpacticidae sp. div.* (klein) 18 480 (20)	— —	— —	1920 —	3440 1840	— 960	2240 —	— 640	240 480	480 —	320 80	320 160	× —	80 —	160 —	400 —	— —	— 480	— —	— —	— 160	160 3920
	90. *Oithona nana,* (Giesbr.) v. Breemen 3 588 160 (34)	97680 167760	140240 59360	92640 —	46720 55600	48960 9680	34480 —	— 7120	66720 11680	85040 1120	1200 —	320 80	160 —	— 480	1920 —	6080 —	119920 170000	90000 960000	680000 467600	60080 37840	63520 1200	2720 240
	91. *Paracalanus parvus,* (Claus) 94 600 (11)	— —	— —	3360 —	× —	× 5360	2240 —	— ×	— —	— —	— —	— 240	480 —	— 8880	— —	12000 —	— 7040	— 28560	— 6640	× ×	— —	20000 —
	92. *Pseudocalanus elongatus,* Boeck 1 703 440 (36)	48560 35600	60080 20000	42560 —	16320 60080	15760 13680	40000 —	— 40000	95040 14480	72880 5760	42560 49280	20080 6720	5200 —	4800 25810	8960 —	27920 —	130000 130000	17760 217040	66720 75600	85040 42320	44480 40000	67520 14800
	93. *Temora longicornis,* O. F. M. + № 94. 547 200 (36)	720 2640	2400 1120	2480 —	— 2720	320 4000	3200 —	— 4760	64480 26720	5680 2000	6080 15840	4880 15440	3040 —	1440 3920	11920 —	1840 —	9440 63520	1840 46640	4720 1200	6960 7040	80 4160	2320 1760
	94. *Temora longicornis iuv.* № 93	400 —	1600 —	— —	— —	— 320	4320 —	— 9520	№ 93 № 93	44480 1120	2560 15840	15040 7360	4240 —	3200 2800	№ 93 —	1920 —	31120 44480	2080 № 93	3360 1920	5360 960	400 1040	1520 1920
	96. *Cirripedia-larvae: Cypris* 3440 (10)	— —	— —	80 —	— —	— —	— —	— —	— 160	80 —	— 1760	210 240	80 —	160 240	400 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	98. Ostracoden-Schalen(Küste) 13 200 (17)	— 3600	880 1120	1840 —	400 1200	80 —	— —	— —	80 —	320 160	— 80	960 80	240 —	— 240	— —	— —	— 1760	— —	— —	× 160	— —	— —
	99. *Evadne Nordmanni,* Loven 24 240 (14)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	160 —	80 320	80 1280	11360 —	3440 4240	160 —	800 —	480 1200	560 —	— —	— —	— —	— —
	100. *Podon sp. div.* 9520 (13)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	160 —	— 160	— —	— —	80 560	80 —	2160 —	720 1600	640 1680	1120 480	— —	— —	— —
	103. *Euphausida-larvae* 640 (4)	— 160	— —	80 —	— —	— —	— —	— —	320 —	80 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	104. *Decapoda-larvae* 4000 (14)	— —	— —	160 —	— 80	— —	160 —	— 80	— —	— —	— —	80 —	— —	— 160	— —	320 —	640 960	240 720	— 160	— —	— —	80 160
	105. *Zoëa* 800 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 80	— —	— —	80 —	— —	160 —	— 320	— —	160 —	— —	— —	— —
	106. *Lamellibranchiata-larvae* 1 077 200 (35)	2880 3920	4080 4480	5440 —	960 7600	960 80	2320 —	— 3600	6000 42240	5280 4480	7760 17360	64480 2080	1920 —	880 560	960 —	2160 —	133600 —	320 400000	80000 200400	48960 10000	8960 1280	640 560
	107. *Limacina retroversa,* Flem. 1520 (12)	— —	— 80	160 —	— —	— —	160 —	— —	80 —	— —	— —	80 —	× —	— —	— —	80 —	— 80	— —	— 240	240 160	80 —	— 80
	108. *Fritillaria borealis,* Lohm. 117 240 (16)	— 80	— —	— —	— 80	80 240	— —	— 3040	10160 3440	49720 —	— 1200	2480 —	1920 —	— 80	— —	3920 —	480 —	— —	— —	40000 320	— —	— —
	109. *Oikopleura dioica,* Fol. 546 160 (32)	560 —	240 —	960 —	320 1200	1200 240	560 —	— 480	3360 4560	1920 2000	1920 49600	66720 960	5120 —	3520 66720	11280 —	51120 —	6080 3280	7840 108560	2480 68960	70000 —	4000 160	— 240
	110. *Teleostei-ova* 1680 (9)	— —	— —	— —	— —	240 320	— —	— 80	240 —	240 —	— —	80 —	— —	— 320	80 —	— —	— 80	— —	— —	— —	— —	— —
	111. *Teleostei-larvae* 640 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	80 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	80 240	— —	160 —	— 80	— —	— —	— —	— —	— —
	113. Großes Ei 18 400 (12)	— —	— —	— —	— —	80 —	— —	— 80	80 560	880 160	800 11440	2400 —	1760 —	— —	— —	— —	— —	— 80	— 80	— —	— —	— —

Anhang zur Tabelle A.

Außerdem wurden bemerkt:

(2.)* *Actinoptychus splendens,* Ehbg.: **Jan. 31.** ×; **Febr. 7.** ×, **14.** ×, **22.** ×; **Okt. 10.** ×, 24. ×; **Nov. 9.** ×, **30.** ×.
22.* *Lauderia borealis,* Gran s. M 13: **März 28.** 40 M; **April 4.** ×, **11.** 1 760 000, **18.** 280 000.
(25.)* *Nitzschia seriata,* Cleve 96 640 (3): **Febr. 14.** 10 000; **März 7.** 46 640, **28.** 40 000; **April 4.** ×.
26.* *Rhizosolenia alata,* Brightw. 440 000 (1): **Febr. 14.** ×; **März 28.** ×; **Juni 13.** 440 000, **20.** ×.
39.* *Distephanus speculum,* (Ehbg.) Hkl.: **Okt. 10.** ×.
46.* *Peridinium crassipes,* Pauls.: **Mai 9.** ×.
59. *Arachnactis bournei,* Fowl. 880 (2): **April 4.** 160, **11.** 720.
65. *Pectinaria-larvae* 400 (4): **Juni 20.** 80; **Aug. 22.** 80; **Sept. 18.** 160; **Okt. 10.** 80.
71. *Tomopteris helgolandica,* Greeff 240 (1): **Juli 1.** 240.
81. *Acartia longiremis,* Lilljeb. 1680 (1): **Juni 13.** 1680.
89. *Harpacticidae sp.* (groß) 80 (1): **Dez. 28.** 80.
95. *Copepoda sp. div.* 5440 (3): **Jan. 3.** 2640, **25.** 160; **Febr. 14.** 2640.
97. *Cirripedia-larvae*: Nauplius 640 (2): **März 7.** 80, **28.** 560.
101. *Amphipoda sp.* 640 (4): **April 4.** 80; **Sept. 18.** 400; **Nov. 30.** 80; **Dez. 12.** 80.
102. *Bopyrida* 560 (4): **Jan. 31.** 80; **Febr. 22.** 80; **April 11.** 320; **Mai 23.** 80.
(112.)* *Trochiscia brachiolata* 9440 (1): **März 28.** 9440; **Mai 16.** ×; **Dez. 28.** ×.

Tabelle B.

Anzahl der mit dem Nansennetz gefangenen Metazoen, wie sie durch die Zählung festgestellt sind (ohne Umrechnung).

		Januar			Februar		März		April		Mai			Juni		Juli		Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
	Datum	3. 20.	10. 25.	31.	7. 22.	14. 28.	7. 21.	14. 28.	4. 18.	11. 26.	2. 16.	9. 23.	30.	6. 20.	13.	1.	12. 27.	8. 22.	6. 18.	10. 24.	9. 30.	12. 28.
	Setzvolumen nach 24 Stunden (in ccm)	1,9 3,9	3,0 5,2	7,3	0,8 3,15	1,3 1,3	1,95 3,75	1,2 7,7	4,5 8,1	5,4	4,0 13,1	8,7 10,7	17,3	10,6 12,4	9,3	6,0	8,5 9,6	34,6 13,3	23,8 19,2	90 27	6,9 2,1	1,7 1,8
	Setzvolumen nach 8 Tagen (in ccm)	1,9 3,7	3,0 5,0	7,1	0,8 3,0	1,0 1,3	1,75 3,6	1,2 7,2	3,3 6,0	4,2	3,2 11,9	7,1 9,7	16,2	9,8 11,5	8,8	5,1	7,0 7,6	31,15 11,1	21,5 16,7	77 22,4	4,7 1,5	1,3 1,6
	Verdrängungsvolumen (in ccm)	0,18 0,08	0,24 0,11	0,13	0,05 0,62	0,11 0,1	0,27 0,61	0,21 1,0	0,95 1,0	0,61	0,12 2,0	1,1 1,05	2,5	0,85 1,78	1,2	1,0	1,6 1,3	8,0 2,4	2,7 2,3	32,8 10,5	0,65 0,27	0,22 0,08
Coelenterata.	1. *Arachnactis bournei*, Fowl. 11 (2)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 7	4 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	2. *Medusae craspedotae sp. div.* 4309 (32)	32 2	100 6	8 —	1 1	1 —	— —	— 11	14 54	64 —	3 10	5 1	1 —	— 6	31 —	34 —	1200 129	119 44	44 181	575 1325	7 275	3 22
	3. *Ctenophora sp. div.* 201 (19)	— —	— —	— —	— —	— —	— 2	— 6	1 10	7 —	1 23	2 2	20 —	— —	— —	1 —	11 1	27 18	40 27	1 1	— —	— —
	4. Polypenstockenden 1497 (22)	10 6	7 134	375 —	47 6	36 —	— —	— 2	— —	— —	— —	— —	— —	— 2	— —	2 —	1 22	— 2	4 12	350 142	1 250	46 40
Echinodermata.	5. *Bipinnaria* 2637 (17)	— —	— —	— —	— —	— —	1 10	— 238	20 666	833 —	13 17	21 16	20 —	— 138	413 —	52 —	175 —	1 —	— —	3 —	— —	— —
	6. *Echinopluteus* 8533 (12)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	6 11	— 7	150 —	— 2300	2700 —	425 —	2900 27	— 4	2 1	— —	— —	— —
	7. *Ophiopluteus* 1898 (15)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 3	— —	2 26	4 6	7 —	— —	10 —	1765 —	— —	— 1	10 30	1 3	29 —	— 1
	8. *Ophiurida juv.* 103 (19)	— 1	8 2	1 —	— —	— —	— —	2 1	— —	— —	— —	— —	3 —	— 1	— —	14 —	4 17	2 2	— 15	8 2	18 1	— 1
Vermes.	9. *Pectinaria-larvae* 29 (8)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 6	— —	1 —	— 4	1 2	2 12	1 —	— —	— —
	10. *Pilidium* 49 (9)	— —	— —	— —	— —	— —	— 1	— —	1 3	31 —	— 1	— —	— —	— 2	— —	1 —	— —	— 4	— —	5 —	— —	— —
	11. *Polydnaeta-larvae* 746 (25)	— —	— —	— —	— —	— —	3 10	10 31	38 25	19 —	— 51	3 4	9 —	— 10	43 —	27 —	113 19	118 20	19 79	18 66	7 2	— 2
	12. *Polydnaeta-larvae* (in Röhren) 1466 (18)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 55	5 1	3 —	— 4	38 —	1 —	433 82	23 750	9 33	9 7	7 5	— 1
	13. Larve mit 2 Tentakeln 90 (7)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	7 —	— 6	68 —	— —	— 2	— —	— —	3 2	2 —	— —
	14. *Tomopteris helgolandica*, Greeff 14 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	7 —	2 1	2 —	— —	2 —	— —	— —
	15. *Sagitta bipunctata*, Quoy u. Gaim. 2329 (27)	— 1	— —	1 —	1 368	16 14	48 16	14 45	44 3	— —	1 —	— —	— —	— 2	21 —	7 —	14 1	26 37	14 475	525 250	375 7	3 —
	16. *Planaria sp. div.* 26 (5)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 7	— —	11 —	— 3	— —	— —	— 2	— —	— 3
Bryozoa.	17. *Cyphonautes* 517 (30)	— —	— —	1 —	2 6	4 11	20 124	60 66	12 15	31 —	25 79	5 3	4 —	— 2	3 —	2 —	3 1	4 7	— 1	7 14	1 3	— 1
Copepoda.	18. *Acartia Clausi*, Giesbr. 34275 (36)	84 95	55 666	126 —	102 90	150 149	317 866	635 1800	999 699	1800 —	363 1000	184 32	225 —	— 3200	1700 —	2000 —	2100 2800	4000 4800	725 1267	350 375	10 46	150 315
	19. *Anomalocera Patersoni*, Templt. 18 (4)	— —	— 1	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 1	3 —	— —	— —	— —	— —	13 —	— —	— —
	20. *Calanus helgolandicus*, Claus 4097 (32)	18 17	11 35	7 —	— 2	6 —	3 3	1 23	12 2	3 —	1 9	3 1	— —	— 5	— —	54 —	213 400	1400 675	650 375	92 35	26 6	8 1
	21. *Centropages hamatus*, Lilljeb. 7603 (36)	4 2	3 9	29 —	8 9	12 5	16 11	4 48	300 225	46 —	17 51	17 6	33 —	— 766	70 —	363 —	699 1934	1400 550	825 19	86 2	2 14	10 8
	22. *Centropages typicus*, Kroyer 1817 (18)	19 6	21 22	3 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2 —	2 86	275 475	175 215	372 49	17 38	17 23
	23. *Corycaeus-anglicus*, Lubb. 8089 (17)	20 7	18 3	1 —	1 1	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2 400	11 350	850 3000	288 2500	288 349
	24. *Euterpe acutifrons*, (Dana) 44 (9)	— —	— —	1 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 3	— —	2 —	4 14	3 13	3 1
	25. *Paracalanus parvus*, (Claus) ♂ + № 26 12536(34)	1030 43	25 100	50 —	50 50	67 134	100 13	50 100	167 25	50 —	25 ×	10 4	7 —	— 63	38 —	200 —	200 600	600 200	50 25	400 65	100 —	- 50
	26. *Paracalanus parvus*, ♀ № 25	№ 25 58	88 300	150 —	№ 25 200	150 184	267 88	167 200	400 138	88 —	75 № 25	№ 25 4	16 —	— 200	63 —	№ 25 —	300 200	2400 600	200 275	934 № 25	100 —	— № 25
	27. *Pseudocalanus elongatus*, Boeck ♂ + № 28 102882 (36)	4700 2200	3200 200	700 —	67 750	400 300	450 300	150 700	600 500	300 —	50 167	142 6	13 —	— 400	300 —	100 —	300 800	2600 1200	334 400	200 67	400 200	200 350

Tabelle B. (Fortsetzung.)

	Datum	Januar			Februar		März		April		Mai			Juni		Juli		Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
		3. 20.	10. 25.	31.	7. 22.	14. 28	7. 21.	14. 28.	4. 18.	11. 26.	2. 16.	9. 23.	30.	6. 20.	13.	1.	12. 27.	8. 22.	6 18.	10. 24.	9. 30.	12. 28.
	28. *Pseudocalanus elongatus*, ♂ № 27 ♀ № 27	№ 27 № 27	№ 27 733	2000 —	284 6000	800 1050	2050 2100	750 4200	3400 2100	1100 —	450 866	№ 27 18	150 —	— 2500	1100 —	1000 —	1600 7000	9000 3000	1868 2800	3600 1067	4000 800	1900 1500
	29. *Temora longicornis*, O. F. M. 54783 (36)	50 104	325 400	150 —	185 750	167 283	1100 2700	450 4700	4300 3500	1800 —	30 1100	96 72	190 —	— 699	2300 —	213 —	6200 5800	9200 4400	575 205	1225 575	3 566	225 145
Crustacea cetera.	30. *Cirripedia-larvae: Cypris* 30 (8)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	5	4 —	1 11	3 3	— —	— —	1 —	2 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	31. *Cirripedia-larvae:* *Nauplius* 1083 (10)	— —	— —	— —	— —	— 1	11 775	55 225	3 1	7 —	— 2	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 3	— —
	32. *Evadne Nordmanni*, Loven 4087 (17)	— —	1 —	— —	— —	— —	— 2	— —	6 1	9 —	— 64	6 65	700 —	— 1200	19 1200	61 —	43 208	500 2	— —	— —	— —	— —
	33. *Podon sp. div.* 3550 (23)	— —	— 1	— —	— 1	1 1	— 1	— 2	19 32	28 —	2 4	1 2	— —	— 188	8 —	525 —	188 138	1668 475	145 108	12 —	— —	— —
	34. *Phthisica marina*, Slabber 121 (8)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 3	— 35	— 33	20 12	14 3	1 —
	35. *Photis longicauda*, (Sp. Bate) 209 (10)	— —	— 2	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 54	12 59	— 57	14 3	— —	5 1
	36. *Bopyrus sp.* 7 (3)	— —	— —	— —	— 1	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 4	— 2	— —	— —	— —
	37. *Euphausida-larvae* 2 (2)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 1	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	38. *Decapoda-larvae* 2560 (35)	1 —	18 28	8 —	1 4	3 2	4 4	1 9	21 10	5 —	1 9	1 1	2 —	— 17	14 —	46 —	338 27	1800 117	3 22	17 11	2 1	5 7
	39. *Zoëa* 127 (14)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 7	4 4	3 —	— —	15 —	2 —	7 11	13 34	18 7	1 —	— —	— —
Mollusca.	40. *Limacina retroversa*, Flem. 2 (1)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— 2	— —	— —	— —	— —	— —	— —	×	— —	— —	— —	— —
Tunicata.	41. *Fritillaria borealis*, Lohm. 6021 (15)	— —	— —	— —	— —	— 4	3 1632	86 1200	250 533	2200 —	— 29	23 2	8 —	— 3	— —	45 —	— —	— —	— —	3 —	— —	— —
	42. *Oikopleura dioica*, Fol. 16700 (34)	16 27	14 66	13 —	9 6	43 4	13 766	19 31	— 175	313 —	58 263	236 5	69 —	— 3900	3800 —	2500 —	263 152	950 1334	475 371	572 3	200 —	3 31
Pisces.	43. *Teleostei-ova* 456 (24)	— 2	— 3	— —	7 10	15 5	32 140	8 32	18 28	6 —	1 18	7 —	7 —	— 26	25 26	37 —	1 1	1 —	— —	— —	— —	— —
	44. *Teleostei-larvae* 128 (18)	— —	— —	— —	— —	1 1	2 15	— 14	8 8	9 —	— 1	— —	2 —	— 6	19 —	23 —	7 1	9 1	— —	1 —	— —	— —

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Biologische Abteilung. Nr. 23.

Die planktonischen Fischeier und Larven der Ostsee.

Untersuchungen während der Laichperiode 1910/11.

Von

Dr. Adolf Heinen.

(Mit 25 Figuren im Text, 1 Karte und 37 Tabellen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

Einführung 133

I. Gewinnung des Materials 134

II. Über die Bestimmung der Fischeier und Larven 138
a) Eier 138
b) Larven 140

III. Die hydrographischen Beobachtungen 143

IV. Tabellen 145
1. Tabellen sämtlicher Fänge 146
2. Tabellen der Eiernetzfänge 160

V. Betrachtung der Fangergebnisse 167
a) *Pleuronectes platessa* 169
b) *Pleuronectes flesus* + *Pleuronectes limanda* 172
c) *Gadus morrhua* 180
d) *Clupea sprattus* 183
e) *Onos cimbrius* 184
f) Larven aus festsitzenden Eiern 185
1. *Clupea harengus* 186
2. *Ammodytes tobianus* 186
3. *Pholis gunnellus* 187
4. *Lumpenus lampretiformis* 187
5. *Gobius niger* 187
6. *Cottus scorpius* 187
7. *Agonus cataphractus* 188
8. *Cyclogaster liparis* 188
9. *Chirolophis gaterita* 188
10. *Nerophis ophidion* 188

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY LIBRARY

Zur Einführung.

Das Studium der planktonischen Fischeier ist als eine der vornehmlichsten Aufgaben der Meeresforschung anzusehen, da es möglich erscheint, hierdurch Aufschlüsse über den Reichtum unserer Meere an Fischen zu erhalten. Da es sich, speziell in der Ostsee, bei den Fischarten mit planktonischen Eiern in der Hauptsache um Nutzfische handelt, verbindet sich mit dem wissenschaftlichen in diesem Falle ein großes praktisches Interesse in bezug auf die Seefischerei. Voraussetzung für den Wert derartiger Untersuchungen ist aber die Richtigkeit der Hensen'schen Annahme, auf der die wichtigsten Methoden für quantitative Planktonforschung überhaupt beruhen, daß das Plankton, also auch die treibenden Fischeier, auf einem Gebiet von begrenzter Ausdehnung so gleichmäßig verteilt ist, daß durch Stichproben mit vertikal fischenden Netzen sich die Gesamtzahl aller vorhandenen schwimmenden Fischeier berechnen läßt. Von diesen ist dann weiter mit Hilfe der Berechnungen über die von einem Weibchen während einer Laichperiode abgelegte Eimenge auf die Zahl der laichenden Weibchen und weiterhin von dieser mit Hilfe des aus sehr zahlreichen Kurrefängen ermittelten Verhältnisses von reifen Weibchen zu unreifen Weibchen und zu den Männchen auf die Anzahl der insgesamt vorhandenen Fische zu schließen. Ehrenbaum und Strodtmann haben (1904, pag. 70 ff.) bei ihren Untersuchungen über pelagische Fischeier der Ostsee an allen Stationen, wo sie mit dem quantitativen Eiernetz fischten, Parallelzüge gemacht, und gezeigt, daß diese nur in „verschwindend wenigen Fällen" stärkere Abweichungen vom Mittel aufweisen, als nach Hensens eigenen Mitteilungen (1897, pag. 7) rechnerisch erlaubt ist. Dadurch haben sie einen überzeugenden Beweis für die Richtigkeit der Hensen'schen Annahme erbracht.

Ehrenbaum und Strodtmann haben in zwei Berichten die Ergebnisse ihrer Untersuchungen in der Ostsee niedergelegt:

1. Ehrenbaum und Strodtmann, Eier und Jugendformen der Ostseefische;
2. Strodtmann, Laichen und Wandern der Ostseefische.

In der ersten Arbeit wird über die Ergebnisse der Untersuchungen vom Februar, Mai und August des Jahres 1903 berichtet, in der zweiten über die vom Februar und Mai des Jahres 1904, sowie die vom Februar, Mai und August des Jahres 1905. In letzterer ist das Bornholmer Becken einer genaueren Untersuchung unterzogen und über die dortigen Markierungsversuche mit Schollen und Flundern berichtet.

Für die Laichperiode 1908/09 sind Eiuntersuchungen in der Ostsee von Apstein ausgeführt worden und im August vorigen Jahres in den Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen veröffentlicht.

Apstein, Die Verbreitung der pelagischen Fischeier und Larven in der Beltsee und den angrenzenden Meeresteilen. 1908/09.

Eine Fortsetzung dieser Untersuchungen stellt nun die vorliegende Arbeit dar, die die Laichperiode 1910/11 behandelt. Sie wurde von mir in der Zeit vom Dezember 1910 bis Oktober 1911 in meiner Eigenschaft als Assistent der biologischen Abteilung des hiesigen Laboratoriums für die internationale Meeresforschung ausgeführt. Dem Leiter desselben, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Brandt, sei an dieser Stelle für das mir während meiner dortigen Tätigkeit stets entgegengebrachte Vertrauen und Wohlwollen mein herzlichster Dank ausgesprochen.

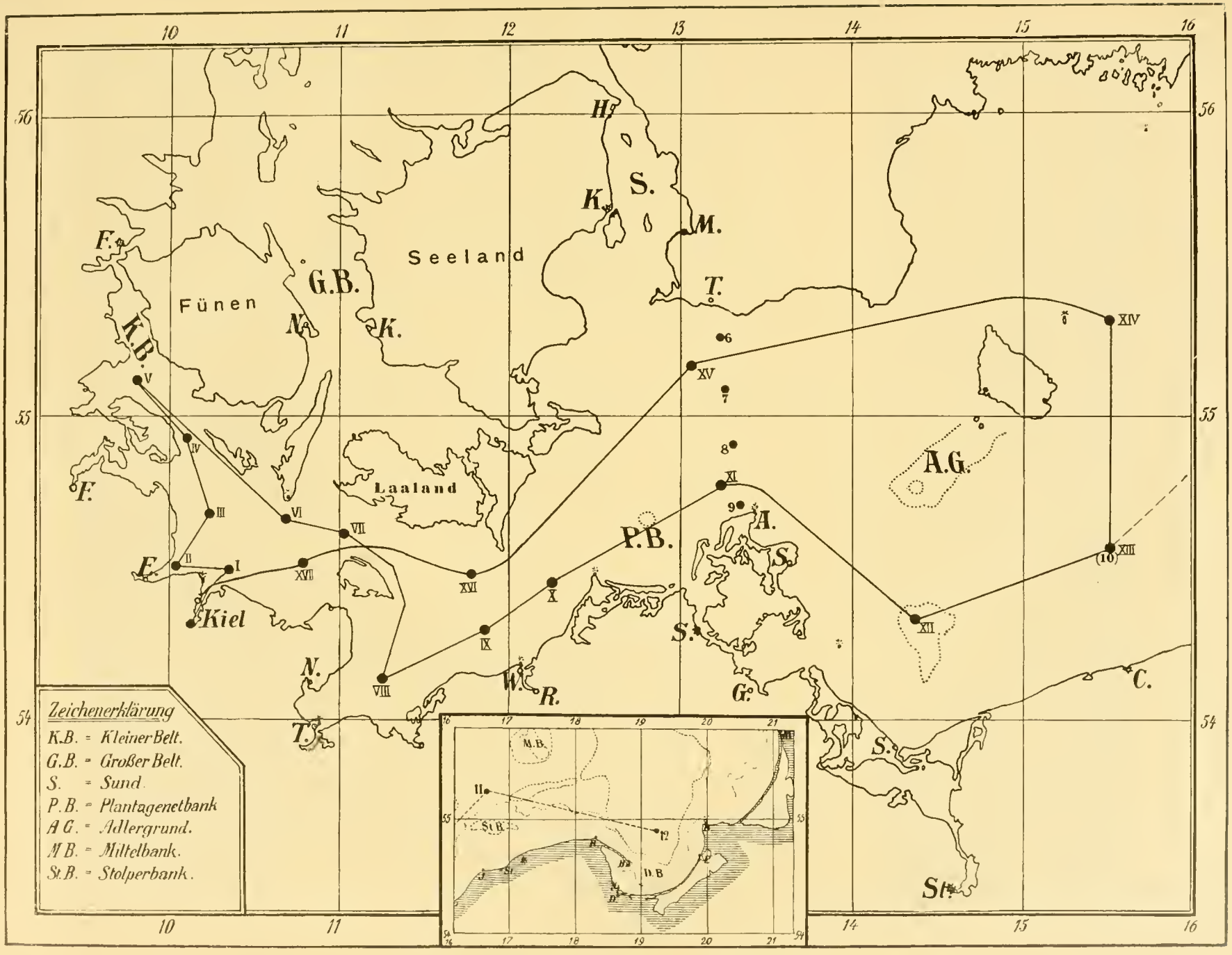
I. Gewinnung des Materials.

Das Material wurde auf sieben Fahrten des Reichsforschungsdampfers „Poseidon“ gewonnen, von denen die ersten drei von Herrn Professor Apstein, die übrigen von Herrn Dr. Raben oder Herrn Dr. Ruppin geleitet wurden. Die erste Fahrt fand statt vom 17. bis 21. Dezember,
die zweite vom 11. bis 16. Januar,
die dritte vom 27. Februar bis 4. März,
die vierte vom 25. bis 29. März,
die fünfte vom 19. bis 25. April,
die sechste vom 16. bis 26. Mai und
die siebente vom 20. bis 24. Juni.

Die Mehrzahl der Fahrten ging bis Bornholm, nur die Maifahrt wurde bis zur Danziger Bucht ausgedehnt. Eine weitere Fahrt, die ebenfalls bis zur Danziger Bucht gehen sollte, war für Mitte Februar projektiert. Sie mußte aber wegen einer Havarie des „Poseidon“ unterbleiben. Für die Untersuchung waren 17 Stationen im Gebiete der kleineren Fahrten vorgesehen; auf der Maifahrt wurden sie um einige vermehrt. Die Lage der Stationen ist aus untenstehender Tabelle und Karte ersichtlich.

Tabelle 1: Lage der Stationen.

Station	N. Breite	Ö. Länge	Tiefe in m	Ort
O. I	54° 30½′	10° 2′	20	Kieler Bucht
II	54° 30′	10° 2′	23—25	Eckernförder Bucht
III	54° 41′	10° 11½′	21—26	Vor Schleimünde
IV	54° 56′	10° 6′	33—35	Bei Alsen
V	55° 9′	9° 47′	22—24	Kleiner Belt
VI	54° 39′	10° 41′	21—26	Südspitze von Langeland
VII	54° 36′	11° 2′	31—37	Fehmarnbelt
VIII	54° 10′	11° 16′	21—26	Travemünder Bucht
IX	54° 18′	11° 53′	19—23	Mecklenburger Bucht
X	54° 27′	12° 11½′	25—29	Kadettrinne
6	55° 16½′	13° 1′	24½	Schnitt Trelleborg—Arkona
7	55° 6′	13° 6′	35	
8	54° 54′	13° 12′	44	
9	54° 44′	13° 17′	31	
XI	54° 49′	13° 15′	43—45	Vor Arkona
XII	54° 21′	14° 23′	8—10	Oderbank
XIII (10)	54° 35′	15° 30′	59—63	Nördlich von Kolberg
11	55° 17′	16° 46′	73	Nördlich der Stolperbank
12	54° 54′	19° 15′	103	Danziger Bucht
XIV	55° 20′	15° 30′	92—94	Bornholmtiefe
XV	55° 11′	13° 4′	30—36	SW. von Trelleborg
XVI	54° 29′	11° 49′	21—23	Zwischen Kadettrinne und Fehmarn.
XVII	54° 31½′	10° 45′	15—21	Zwischen Fehmarn und Kiel



Übersichtskarte der besuchten Stationen.

Auf vorstehender Karte sind sämtliche auf den Fahrten befischten Stationen eingetragen. Die Stationen I—XVII, die für jede Fahrt in Betracht kommen, sind durch eine Linie verbunden. Diese soll weniger die Fahrtrichtung angeben, als vielmehr die Auffindung der einzelnen Stationen erleichtern, wenn sie auch manchmal mit der Fahrtlinie im wesentlichen übereinstimmt. Die Lage der nur auf der Maifahrt besuchten Stationen 11 und 12 ist auf der kleinen Sonderkarte der östlichen Ostsee markiert.

Nicht auf jeder Fahrt wurden alle Stationen berührt. So fiel im Dezember und Januar die Station XII aus. Auf der Fahrt vom 27. Februar bis 4. März, die ich im folgenden kurz als Februarfahrt bezeichnet habe, wurden außer Station XII die Stationen XIV und XV nicht besucht. Sie mußten des heftigen Windes wegen ausgelassen werden. Im Mai wurde die Station XI durch die Station 9 des Schnittes Trelleborg-Saßnitz, die ganz in der Nähe liegt, ersetzt; außerdem wurde auf Station XV nicht gefischt.

Auf der Junifahrt endlich mußten die Stationen XV—XVII wegen Zeitmangels fortfallen, da für diese Fahrt nur 4 Tage vorgesehen waren. Nicht immer wurden die Stationen in derselben Reihenfolge besucht. In den Tabellen sind sie der Lage nach geordnet, hier gebe ich eine chronologische Übersicht:

Dezemberfahrt.

17. XII. Station I—IV.
18. XII. „ V—VIII.
19. XII. „ IX—XI.
20. XII. „ XIII und XIV.
21. XII. „ XV—XVII.

Januarfahrt.

11. I. Station I—IV.
12. I. „ V—VII.
13. I. „ VIII—XI.
14. I. „ XIII und XIV.
15. I. „ XV und XVI.
16. I. „ XVII.

Februarfahrt.

27. II. Station I—III.
28. II. „ IV—VII.
1. III. „ VIII—XI.
2. III. „ XIII.
3. III. „ XVI und XVII.

Märzfahrt.

25. III. Station I—IV.
26. III. „ V—VII.
27. III. „ VIII, XVI, IX und X.
28. III. „ XI—XIII.
29. III. „ XIV—XV.
30. III. „ XVII.

Aprilfahrt.

19. IV. Station I—III.
20. IV. „ IV—VII.
21. IV. „ VIII, IX und X.
22. IV. „ XII.
23. IV. „ XIII und XIV.
24. IV. „ XV, XI, XVI und XVII.

Maifahrt.

16. V. Station I—III.
17. V. „ IV—VII.
18. V. „ VIII—X.
18./19. V. „ 6.
19. V. „ 7, 8, 9 und XII.
19./20. V. „ XIII (10).
23. V. „ 12.
24. V. „ 11 und XIV.
25. V. „ XVI und XVII.

Junifahrt.

20. VI. Station I—V.
21. VI. „ VI—IX.
22. VI. „ XI—XIII.
23. VI. „ XIV.
24. VI. „ X.

Auf der Aprilfahrt fuhren wir von Station X nach Saßnitz, da hier ein Vertreter des deutschen Seefischereivereins, Herr Dr. Fischer aus Berlin, an Bord kam, um auf der Oderbank und vor Dievenow zu fischen. Die Zeit wurde gleichzeitig benutzt, um die Station XII auf der Oderbank zu erledigen. Dann wurde Swinemünde angelaufen, von wo wir am 23. IV. nach Station XIII weiterdampften. Die Maifahrt sollte in Neufahrwasser für einen Tag unterbrochen werden. Bei der groben See und der damals herrschenden Windstärke 7—8 wurden wir aber bis zum 23. V. dort festgehalten, da unter diesen Verhältnissen auf der in der Danziger Bucht liegenden Station 12 nicht hätte gearbeitet werden können.

Als Fanggeräte dienten wie bei den Ehrenbaum-Strodtmann- und Apstein'schen Untersuchungen Eiernetz, Scherbrutnetz und Oberflächenbrutnetz. Mit ersterem wurde bei verankertem, mit den beiden letzteren bei ganz langsam vorwärtsgehendem Schiff gearbeitet. Trotzdem sind die Eiernetzfänge

nicht in allen Fällen genau vertikal gezogen. Auf einigen Stationen war der Strom so groß, daß das Netz ziemlich beträchtlich abgetrieben wurde. Andererseits läßt es sich bei hohem Wellengang trotz sehr vorsichtigen Einholens nicht immer vermeiden, daß einzelne Wasserschichten doppelt durchfischt werden. Im übrigen habe ich über die Methodik der Untersuchungen nicht viel zu sagen. Sie ist von Apstein (1911, pag. 230) genauer dargestellt. Soweit es möglich war, wurden die Eier sogleich an Bord bestimmt, besonders die aus dem quantitativen Fang (Eiernetz). Doch ließ sich dies nicht in allen Fällen durchführen. Weit störender noch als die großen Massen von *Sarsia* und *Pleurobrachia* erwiesen sich bei der Bearbeitung der Fänge die geradezu enormen Mengen von *Chaetoceras* im April und vor allem im Mai. Das ganze Eiernetz war beim Heraufkommen mit einem etwa zentimeterdicken Filz von *Chaetoceras* bedeckt. An ein Herauslesen der Eier aus diesen Fängen konnte natürlich an Bord nicht gedacht werden. Sie wurden in der Weise behandelt, daß sie nach möglichst weitgehender Konzentrierung sofort von dem Eiernetzbecher in Pulvergläser abgezapft wurden. Zu diesen wurde dann auf je 1 Liter Volumen 30 ccm Formalin gesetzt. Von einigen der Fänge habe ich nach mehrmonatlichem Stehen das Setzvolumen bestimmt. Es maßen z. B.:

11. V. O. IV. Eiernetzfang 1100 ccm.
11. V. O. V. Eiernetzfang 1075 ccm.
11. V. O. VI. Eiernetzfang 1900 ccm.
11. V. O. VII. Eiernetzfang 1600 ccm.

Auch im Juni war der Beifang in einigen Fällen ziemlich groß. Es handelte sich damals aber in der Hauptsache um *Rhizosolenia alata*.

11. VI. O. VIII. Eiernetzfang 890 ccm.

Bei diesen starken Diatomeenwucherungen hatte es keinen Zweck, mit dem Scherbrutnetz zu arbeiten, da dieses nach kurzem Fischen schon bis weit über den Becher hinaus gefüllt war. Mit dem Oberflächen-Brutnetz ist ferner an Orten, wo der Salzgehalt so gering war, daß keine Eier erwartet werden konnten, vielfach nicht gefischt.

Beide Netze, Scherbrutnetz und Oberflächen-Brutnetz, geben unserer Ansicht nach keine quantitativ verwertbaren Resultate. Sie gewinnen aber erhöhte Bedeutung an Orten, wo Eier einzelner Spezies so selten sind, daß sie mit dem quantitativ fischenden Eiernetz nicht mehr erbeutet werden. Ferner geben sie wichtige Aufschlüsse über die Vertikalverbreitung der Eier, zumal wenn, wie bei unseren Untersuchungen geschehen, mit beiden gleichzeitig und gleich lange gefischt wird. Der norwegische Forscher J. Hjort bedient sich bei seinen Eiuntersuchungen (vergl. Ehrenbaum-Strodtmann 1904, pag. 66) sogar ausschließlich eines Brutnetzes von 1 m Öffnung. Wenn wir dem Brutnetz eine derartige Bedeutung auch nicht zuerkennen können, so ist dasselbe, wie auch das Scherbrutnetz, doch in vieler Beziehung, z. B. in den obengenannten Punkten, für Untersuchungen wie die vorliegende nicht gut zu entbehren. Besonders in der östlichen Ostsee ist es wünschenswert, die häufig nur wenige Meter mächtigen salzreicheren Schichten unmittelbar über dem Boden längere Zeit befischen zu können, als es mit dem Eiernetz möglich ist, um festzustellen, was hier an Eiern überhaupt vorhanden ist. Auf der Oderbank habe ich das Scherbrutnetz noch in etwas anderer Weise verwendet. Da des geringen Salzgehaltes wegen die Eier hier nicht zu schwimmen vermochten, mußte versucht werden, unmittelbar über dem Boden zu fischen. Das Netz wurde bis auf den Boden herabgelassen, dann ganz langsam Fahrt gegeben und stets soviel Trosse nachgelassen, daß das Netz sich am Boden hielt. Dieses Verfahren ist selbstverständlich, ohne Verlust des Netzes befürchten zu müssen, nur da anwendbar, wo es sich, wie auf der Oderbank, um steinfreien, sandigen Grund handelt. Hier ist es aber von großem Wert, wenn es sich auch manchmal nicht vermeiden läßt, daß etwas Sand mit ins Netz kommt. Dies kann jedoch verhindert werden durch eine Vorrichtung, wie sie von Herrn Dr. Fischer auf der Aprilfahrt erprobt wurde. Er hatte eine etwa im Winkel von 75° gebogene starke Eisenblechplatte mit dem einen Schenkel so am Scherbrett festschrauben lassen, daß die gerundete Mitte der Platte nun die Stelle der vorderen scharfen Kante des Scherbrettes einnahm. Diese Vorrichtung hat sich als sehr praktisch erwiesen und verdient, wo nur irgend möglich, angewandt zu werden, besonders da, wie mir scheint, den unmittelbar über dem Boden flottierenden Eiern noch nicht genügende Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Wir würden von solchen Untersuchungen, zumal in der östlichen Ostsee, eventuell noch manchen wertvollen Aufschluß zu erwarten haben.

II. Uber die Bestimmung der Fischeier und Larven.

Fig. 1. *Pl. limanda.*

Fig. 2. *Pl. flesus.*

Fig. 3. *Clupea sprattus.*

Fig. 4. *Gadus morrhua.*

Fig. 5. *Pl. platessa.*

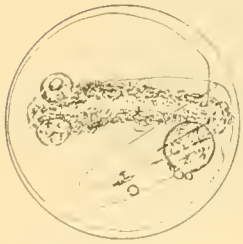


Fig. 6. *Onos cimbrius.*

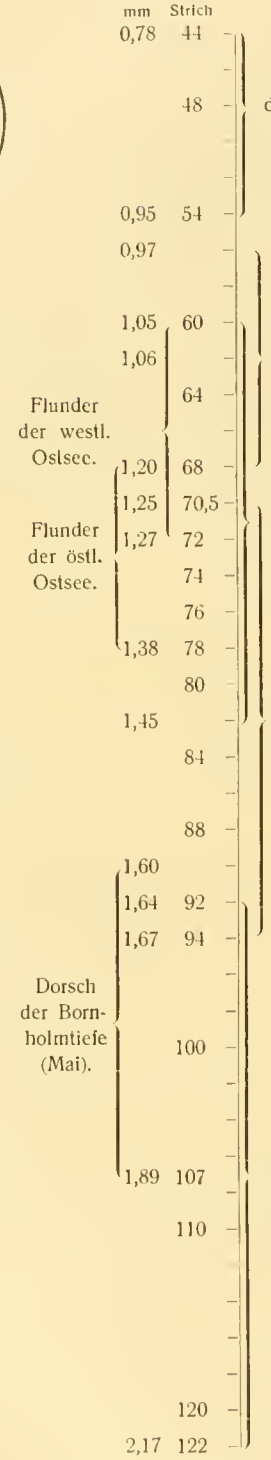


Fig. 7. Vergleich der Eigrößen.
1 Strich = 0,01775 mm.

a) Eier.

1. Eier ohne Ölkugel.

Pleuronectes flesus* + *Pl. limanda. [Figur 2 und 1. Stadium Ej und K. Nach Apstein.]

Eidurchmesser:

	Westliche Ostsee		Östliche Ostsee	
	Kliesche	Flunder	Kliesche	Flunder
Mai	0,85—0,95	1,05—1,27	1,01—1,07	1,20—1,38
August . .	0,78—0,90	—	0,97—1,20	—

Hiernach sind von Eiern dieser Gruppe in der westlichen Ostsee die von 0,78—0,95 mm Durchmesser als Kliesche, die von 1,05—1,27 als Flundereier und die dazwischen liegenden als unsicher zu bezeichnen. In der östlichen Ostsee entsprechend.

Dotter wasserklar.

Eihaut lebhaft irisierend, bald grünlich, bald blaulich schimmernd.

In embryonierten Eiern Embryo bei Flunder mit kräftigerem schwarzen Pigment als bei Kliesche.

Clupea sprattus. [Figur 3. Stadium Ep.]

Mittlerer Eidurchmesser:

Westliche Ostsee . . . . Mai 1,20; August 1,06.
Danziger Bucht . . . . „ 1,38.

Dotter gelblich und zerklüftet. Embryo mit schwarzem Pigment. Zahlreiche kleine schwarze Pünktchen in der dorsalen Körperhälfte. Später durch den nahe dem äußersten Schwanzende belegenen After charakteristisch.

Eihaut selten irisierend.

Gadus morrhua. [Figur 4. Stadium Ea.]

Eidurchmesser nach Ehrenbaum:

	Anfang März	Mai	August
Westl. Ostsee	1,38—1,67	1,25—1,60	—
Bornholmtiefe	—	1,60—1,89	1,38—1,82

Dotter gelblich. Embryo anfangs mit punktförmigem, schwarzem und ziemlich gleichmäßig verteiltem Pigment. Später Embryo mit sehr charakteristisch in mehreren getrennten Gruppen angeordneten schwarzem Pigment.

Eihaut niemals irisierend.

Pleuronectes platessa. [Figur 5. Stadium Ep.]

Eidurchmesser: 1,64—2,17 mm.

Dotter wasserklar. Embryoniertes Ei lange Zeit glashell. Später Embryo charakteristisch gefärbt. Gelbes sternförmiges und schwarzes punktförmiges Pigment in gleichmäßiger Verteilung; das gelbe vorherrschend.

2. Eier mit Ölkugel.

Onos cimbrius. [Figur 6.]

Eidurchmesser:

Westliche Ostsee . . . . . 0,81—1,10 mm.
Östliche Ostsee . . . . . 0,94—1,32 mm.
Durchmesser der Ölkugel . . . . . 0,17—0,22 mm.

Das leichteste aller beobachteten Ostseeeier; bei jungen Eiern Öl oft in sehr kleinen Tröpfchen gleichmäßig über den Dotter verteilt.

In diesem Abschnitt gebe ich eine Zusammenstellung der Hauptmerkmale der vorkommenden Fischeier und Larven, nach denen ich mich bei der Bestimmung gerichtet habe. Es erschien mir wünschenswert, diese in der Literatur zerstreuten Angaben einmal kurz und übersichtlich zusammengestellt hier wiederzugeben, da sie mir in dieser Form meine Arbeit wesentlich erleichtert haben. Sie sind zum größten Teil den Mitteilungen von Ehrenbaum (1905 und 1909) und von Ehrenbaum-Strodtmann (1904) entnommen, die auch die Abbildungen geben.

Als einer der wichtigsten Faktoren bei der Bestimmung der Eier ist die Messung anzusehen. Daß aber diese allein nicht in allen Fällen zum Ziel führt, zeigt ein Blick auf die Figur 7 und die angegebenen Daten, aus denen man sieht, daß die Größen der verschiedenen Eier in mannigfachster Weise ineinandergreifen. In der Tabelle über die Größe der Flunder- und Kliescheneier bedeuten die z. B. für die westliche Ostsee angegebenen Zahlen selbstverständlich nicht, daß zwischen 0,95 und 1,05 keine Eier der Gruppe Flunder-Kliesche vorkommen, sondern nur, daß es bei Eiern dieser Größe unsicher ist, zu welcher Art sie gehören. Bei der Entscheidung über die Zugehörigkeit zu bestimmender Eier zur Gruppe Flunder-Kliesche hat mir das Vorhandensein einer lebhaft irisierenden Eihaut manchmal gute Dienste geleistet. In bezug auf die Größe könnten sie mit Sprott- und Dorscheiern verwechselt werden, von denen aber nur erstere, und zwar selten, ein Irisieren der Eihaut zeigen. Diese sind jedoch durch den zerklüfteten Dotter gut charakterisiert und außerdem besitzen sie, wie die Dorscheier, einen gelblichen Dotter. Sowohl das Irisieren der Eihaut von Kliesche-Flunder-Sprott-Eiern, als die Zerklüftung des Dotters der Sprotteier ist auch in konserviertem Zustande meistens gut zu erkennen, ja manchmal war bei konservierten Eiern die Zerklüftung noch deutlicher als bei frisch gefangenen. Auf diese Weise lassen sich die Flunder-Kliesche-Eier im allgemeinen sicher bestimmen. Dagegen gelingt es nicht immer, sie auf die beiden Spezies zu verteilen. Bis zu einem gewissen Grade ist dies jedoch durchführbar mit Hilfe der Eigröße unter Berücksichtigung des Merkmals der embryonierten Eier, daß die Flunder-Embryonen mit lebhafterem schwarzen Pigment versehen sind als die der Kliesche.

Von den übrigen Eiern könnten ihrer Größe nach auch Sprott- und Dorscheier verwechselt werden, die beide einen gelblichen Dotter besitzen. Als Unterscheidungsmerkmale kommen in Betracht die Zerklüftung des Dotters der Sprotteier und bei älteren Stadien die charakteristische Pigmentierung des Embryos. Die embryonierten älteren Eier sind danach mit voller Sicherheit zu unterscheiden, während die Unterscheidung der jugendlichen Dorsch- und Sprotteier gelegentlich Schwierigkeiten bereitet, da die Segmentierung des Dotters der Sprotteier nicht immer deutlich ist. Ebenso ist die Unterscheidung von älteren Dorsch- und Scholleneiern stets sicher durchführbar, dagegen nicht immer die der jüngeren Stadien in der Region, in der die Größen der beiden Eiarten übereinander greifen. Einerseits ist nämlich die gelbe Farbe des Dotters bei Dorscheiern nicht immer gut zu erkennen, andererseits sind in einzelnen Fällen auch Scholleneier mit gelblichem Dotter gefunden worden (Apstein, 1911, pag. 240).

Schließlich ist noch das auch von Apstein ebenda angegebene Merkmal zu erwähnen, daß Scholleneier nach der Konservierung in 3%igem Formalin wasserklar bleiben, während die Eier von Flunder-Kliesche in sehr geringem Grade, die von Dorsch und Sprott stark getrübt werden.

Alles in allem sehen wir, daß selbst in typischen Fällen die Unterscheidung der Eier der verschiedenen Fischspezies nicht ganz leicht ist. In der Praxis treten noch dazu so mannigfache Komplikationen auf, daß für eine unbedingt sichere Bestimmung natürlich nicht in allen Fällen garantiert werden kann. Zur Erhöhung der Sicherheit lassen sich jedoch noch einige andere Gesichtspunkte heranziehen. Da ist zunächst und vor allem die Berücksichtigung der Laichzeiten und des örtlichen und zeitlichen Vorkommens der Fische selbst. So erscheinen Kurrefänge, neben den Eifängen ausgeführt, von ganz hervorragender Bedeutung. Man sieht hieraus das Verhältnis der laichreifen zu den unreifen und abgelaichten Fischen der verschiedenen Spezies, was bei dem Schluß von den nachgewiesenen Eiern auf die im Gebiet vorhandenen Fische wichtig ist, und bei der Lösung der Laichplatzfrage spielen sie eine wichtige Rolle, denn als wesentlichstes Charakteristikum eines solchen ist doch die Ansammlung der Fische selbst an der betreffenden Örtlichkeit anzusehen. Die Laichzeiten seien in folgender Tabelle kurz zusammengestellt. Es ist vor allem auf die Verhältnisse des Jahres 1911 exemplifiziert.

Tabelle 2: Laichzeiten der Ostseefische, besonders der Beltsee.

	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Pleuronectes platessa	+	o	⊖	●	⊕	⊖	+	—	—	—	—	—
Gadus morrhua[1])	—	—	—	o	●	⊕	⊖	o	—	—	—	—
Pleuronectes flesus	—	—	—	o	●	⊕	⊖	o	—	—	—	—
Pleuronectes limanda	—	—	—	—	—	o	o	●	⊖	o	—	—
Clupea sprattus	—	—	—	—	—	—	⊕	●	⊕?	⊖	o?	—
Onos cimbrius	—	—	—	o	⊕	●	⊕	⊖	o?	o	—	—

\+ = Eier vorhanden o ⊖ ⊕ = zahlreicher ● = Höhe der Laichzeit.

Die Unterscheidung der einzelnen Stadien läßt sich im allgemeinen mit Sicherheit durchführen. Es werden nach Apsteins Vorgange folgende unterschieden:

I. u = unentwickelt.
II. K = Keimscheibe.
III. Ej = junger Embryo.
IV. Ep = Embryo mit Pigment.
V. Ea = Embryo mit pigmentierten Augen.

Das Stadium V kommt bei Flunder, Kliesche, Sprott und Seequappe nicht in Betracht, da deren Embryonen mit noch unpigmentierten Augen ausschlüpfen. In den obenstehenden Abbildungen der Eier sind die letzten 4 Stadien vertreten, und zwar befindet sich das Klieschenei im Stadium II, das Flunderei im Stadium III, das Sprott- und Schollenei im Stadium IV und das Dorschei im Stadium V. Die unentwickelten Eier zeigen einen vollkommen homogenen Dotter. Näheres darüber siehe bei Apstein (1911, pag. 270 ff.). Die lebenden Eier werden außerdem von den toten gesondert gezählt. Tote Eier sind von Apstein (1911, pag. 230) abgebildet (auch hinten im Abschnitt Vb: Flunder-Kliesche). Gelegentlich kann es bei konservierten Eiern Schwierigkeiten machen, zu entscheiden, ob ein gefischtes Ei zur Gruppe I, II oder zu der der toten Eier gezählt werden muß. Auch bei frisch untersuchten ist dies nicht immer leicht, da es vorkommt, daß Eier während der Untersuchung absterben.

b) Larven.

Zur Identifizierung der Larven seien die wichtigsten Merkmale derselben hier ebenfalls zusammengestellt. Diese dürften unter genauer Berücksichtigung der Figuren in den meisten Fällen genügen, um die Bestimmung durchführen zu können. Andernfalls müssen die umfangreichen Arbeiten von Ehrenbaum: Eier und Larven von Fischen, I und II, in: Nordisches Plankton, 4. und 10. Lieferung, und: Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht herangezogen werden, worauf die folgenden Angaben meist beruhen und denen auch sämtliche Abbildungen entnommen sind.

[1]) In der Bornholmtiefe liegt die Höhe der Laichzeit des Dorsches viel später, etwa im Juni.

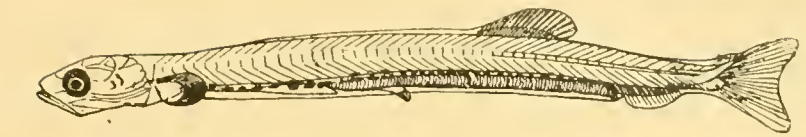


Fig. 8. ***Clupea harengus.***
After sehr weit hinten.
Abstand der Otolithen voneinander mehrere Male größer als der Durchmesser des größeren Otolithen.
Mit pigmentierten Augen ausschlüpfend.

Fig. 9. ***Clupea sprattus.***
After sehr weit hinten.
Abstand der Otolithen ebenso groß oder wenig größer als der Durchmesser des größeren Otolithen.
Mit unpigmentierten Augen ausschlupfend.

Fig. 10. ***Ammodytes tobianus.***
After hinter der Körpermitte, im Laufe der Larvenzeit derselben näher rückend.
Pigment charakteristisch verteilt (s. Figur), kraftig, am Darm auf der Dorsalseite befindlich. Die Pigmentreihe der dorsalen Körperhälfte fehlt bei jüngeren Exemplaren.

Fig. 11. ***Lumpenus lampretiformis.***
After vor der Körpermitte.
Pigment charakteristisch verteilt (s. Figur).

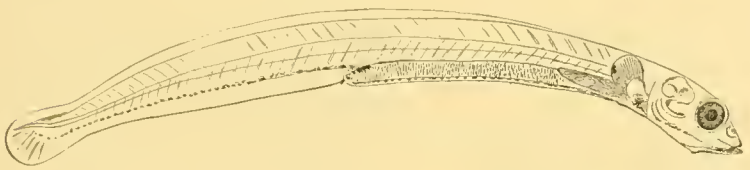


Fig. 12. ***Pholis gunnellus.***
After hinter der Körpermitte.
Pigment charakteristisch verteilt (s. Figur), spärlich, am Darm, mit Ausnahme des einzelnen Fleckes in der Nähe des Afters, auf der Ventralseite befindlich.

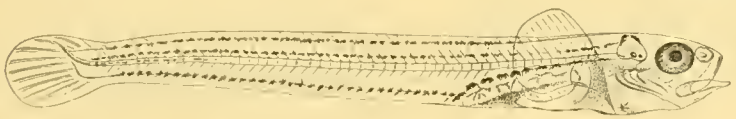


Fig. 13. ***Chirolophis galerita.***
After sehr weit vorn.
Pigment charakteristisch verteilt (s. Figur).

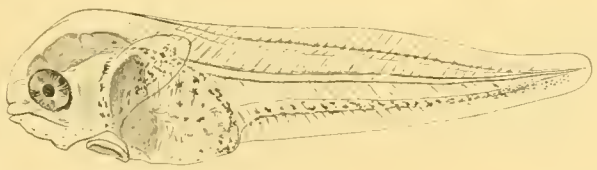


Fig. 14. ***Cyclogaster liparis.***
Hohe Körperform, Brustflossen und Peritoneum stark, Schwanzteil schwach pigmentiert: eine Reihe zarter Pigmentsterne an der Basis des ventralen Flossensaumes. Bauchflossen zu einer Saugscheibe umgebildet; bei Larven von 10 mm Länge bereits deutlich.

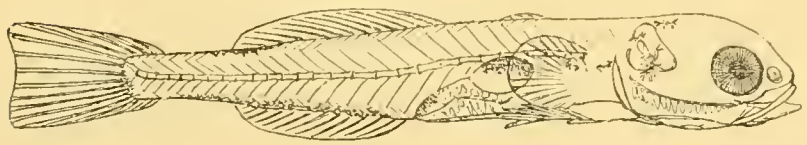


Fig. 15 und 16. ***Gobius niger.***
Verteilung des Pigments und die große dunkle Schwimmblase charakteristisch.

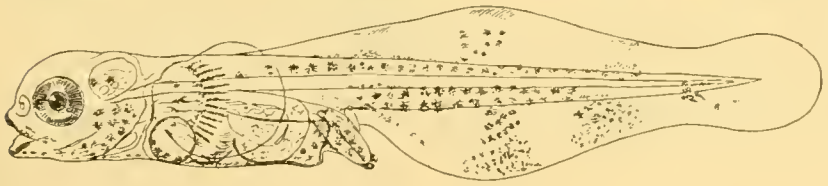


Fig. 17. ***Agonus cataphractus.***
Die Form des Flossensaumes und die Pigmentierung ist sehr charakteristisch.

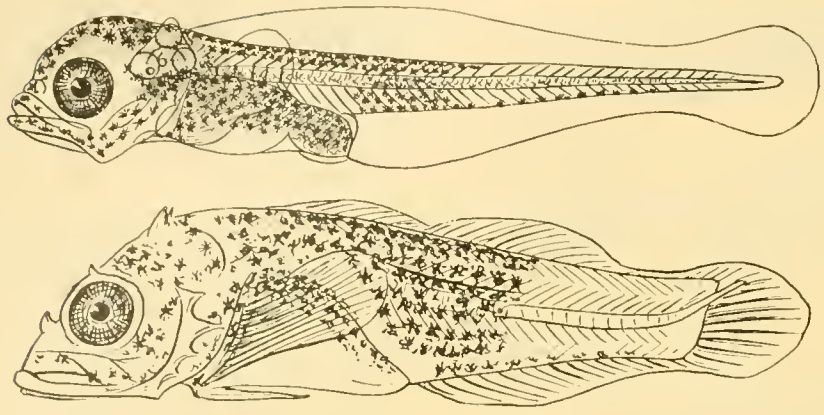


Fig. 18 und 19. ***Cottus scorpius.***
Vorderer dorsaler Körperteil und Peritoneum gelb und schwarz pigmentiert; dazu kommt nach der Dotterresorption in der Körpermitte ein Querband von kräftigem schwarzen Pigment. Zwischen diesem und dem Peritonealpigment eine schmale, pigmentfreie Zone. Schwanzteil ebenfalls pigmentfrei.

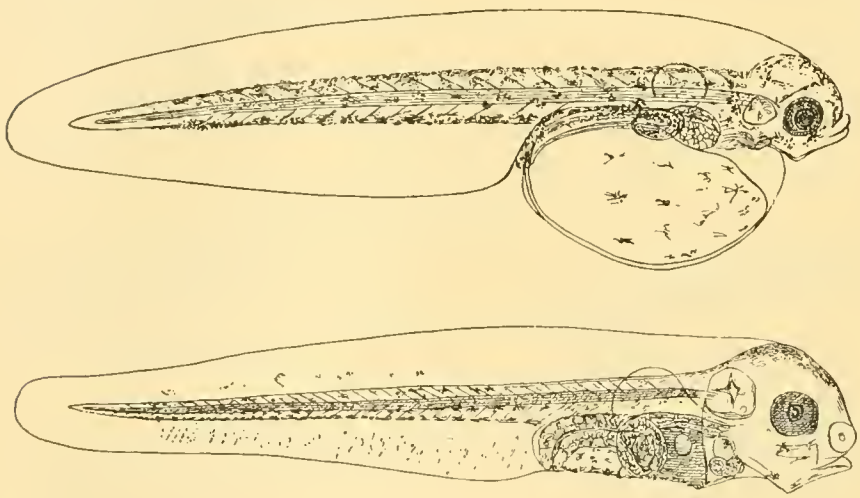


Fig. 20 und 21. **Pleuronectiden-Larven** (*Pl. platessa*).
Die Unterscheidung der Pleuronectiden-Larven macht große Schwierigkeiten. Es können hier nur einige wenige der in Betracht kommenden Punkte angeführt werden.
Länge der ausschlüpfenden Larve von Scholle ca. 6 mm, von Flunder und Kliesche ca. 3 mm. Bei Larven unter 6 mm kommt also die Scholle meist nicht in Betracht; außerdem ist zu berücksichtigen, daß Flunder- und Klieschenlarven mit noch unpigmentierten, Schollenlarven aber mit pigmentierten Augen dem Ei entschlüpfen. Die Flunderlarven sind viel lebhafter pigmentiert als die Klieschenlarven und weisen eine viel frühere Anhäufung von Pigment in der Mitte des Schwanzteiles auf, das auch auf die Flossensäume übergreift.
Klieschenlarven zeigen eine Pigmentierung der Brustflossen, die aber nicht immer deutlich ist, Schollen- und Flunderlarven nicht.
Die älteren Stadien der Larven von Scholle und Kliesche lassen sich in der Regel nach der Bauchwirbelzahl unterscheiden. Diese beträgt bei der Scholle 12—13, meist 13, bei der Kliesche 10—11. Einige Hilfe gewährt bei der Bestimmung die Berücksichtigung der Laichzeiten (s. o.).

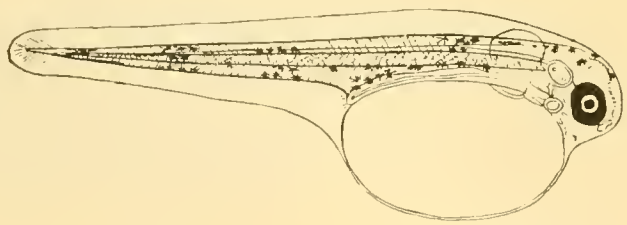


Fig. 22. ***Gadus morrhua.***
Ausschlüpfende Larve etwa 4 mm lang.
Die Verteilung des Pigments im postanalen Körperabschnitt besonders charakteristisch: 2 Pigmentbänder und eine kleine Ansammlung von Pigment an der Schwanzspitze in ziemlich gleichmäßigen Abständen.

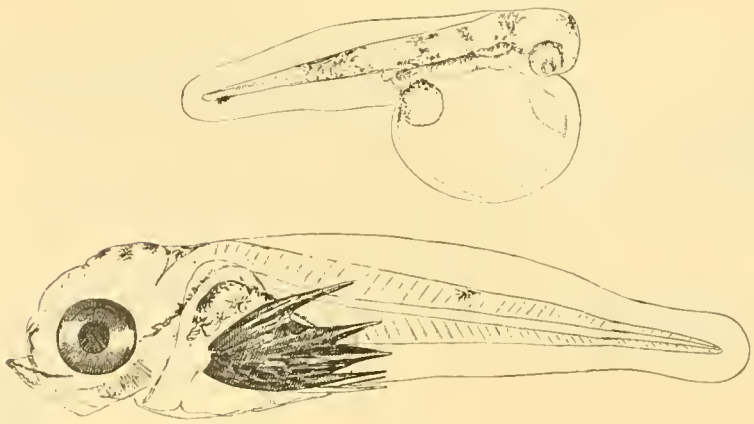


Fig. 23 und 24. ***Onos cimbrius.***
Ausschlüpfende Larve etwa 2 mm lang.
Nur 1 Pigmentband in der Mitte des Schwanzteiles und eine kleine Ansammlung von Pigment an der Schwanzspitze. Dotter mit Ölkugel. Schon bei Larven von 3,6 mm Länge an sind die sehr großen, tiefschwarz pigmentierten Bauchflossen deutlich, so daß eine Verwechselung mit jungen Gadus-Larven bei Berücksichtigung der Größenverhältnisse nicht vorkommen kann.

III. Die hydrographischen Beobachtungen.

Wegen des engen Zusammenhanges der hydrographischen und biologischen Verhältnisse erscheint es geraten, vor Betrachtung der Ergebnisse der Ei-Untersuchungen die während der Fahrten herrschenden hydrographischen Verhältnisse in großen Zügen zu überblicken, besonders da gerade das Vorkommen der Fischeier sich direkt abhängig erweist von der Höhe des Salzgehalts. Ehrenbaum und Strodtmann (1904, pag. 111) geben eine figürliche Darstellung der Beziehung zwischen der Dicke der stark salzigen Wasserschichten und der Menge der Eier, die diese Tatsache illustriert. Sie beruht darauf, daß die Eier der einzelnen Fischspezies nicht imstande sind, bei jedem Salzgehalt zu schwimmen, sondern untersinken, sobald er unter ein bestimmtes Minimum herabgeht. Es hat sich ergeben, daß in der Ostsee Scholleneier bei einem Salzgehalt unter 12,5‰ nicht mehr zu schweben vermögen, während Dorsch-, Flunder-, Klieschen- und Sprotteier noch bis zu einem Salzgehalt von 10—11‰ schwimmen. In der folgenden Darstellung ist vor allem der Salzgehalt der Oberfläche und des Bodens berücksichtigt; auf die dazwischen liegenden Schichten ist nur eingegangen, soweit die vorliegenden Zahlen es erwünscht erscheinen ließen. Die Bestimmungen wurden von den Herren der hydrographischen Abteilung des Laboratoriums, Dr. Ruppin und Dr. Westerkamp, ausgeführt und mir von ersterem freundlichst zur Verfügung gestellt. Für den Salzgehalt sind die titrimetrisch ermittelten Werte angegeben.

Während der Dezemberfahrt fand sich der höchste Salzgehalt auf Station II in der Eckernförder Bucht mit 18,08‰. Nach Norden zu im Kleinen Belt nahm er kontinuierlich bis 13,19 ab, nach Osten zu ebenfalls, aber sehr viel schneller; schon auf Station VI betrug er nur noch 11,91‰. Der niedrigste Salzgehalt fand sich auf Station XIV mit 6,94. Verhältnismäßig hoch war er in der Travemünder Bucht, 14,38. Am Boden war der Salzgehalt auf den Stationen I—V nahezu 18‰, auf den Stationen VI und VII aber auffallend hoch. Diese hatten mit 25,10 und 26,91‰ den höchsten Salzgehalt, der auf der Fahrt gemessen wurde. Es scheint salzreiches Wasser von Norden her eingedrungen zu sein, da auch der Sauerstoffgehalt hier auffallend hoch war: 19,71 und 21,08 ccm gegen 13 und 14 ccm (im Liter) der benachbarten Stationen. Von Station VIII an nahm der Salzgehalt nach Osten zu beständig ab.

Die Stationen VI und VII zeichnen sich auch durch besonders hohe Temperatur des Bodenwassers aus, 6,66 und 7,01°, während die übrigen Stationen der westlichen Ostsee nur ca. 5° Bodentemperatur aufwiesen.

Im Januar ist der Oberflächensalzgehalt in der Beltsee um 2—8‰ gestiegen. Selbst auf Station X beträgt er noch 12,77‰. In der östlichen Ostsee hat er sich nahezu konstant erhalten. Auf den westlichsten Stationen derselben, XI und XVI, beträgt er 8,06; sein Minimum erreicht er auf Station XIV mit 6,94‰. In der Tiefe ist er überall höher als 12‰. Das Minimum war auf Station XIII: 12,09, das Maximum auf Station II: 22,68‰.

Bis zur Februarfahrt ist wieder eine Erhöhung des Salzgehaltes eingetreten, und zwar um ca. 1 ‰ auf den Stationen I—III, XVII und IX, um ca. 3‰ auf den nördlich gelegenen Stationen der Beltsee, VII, X und XVI, während er auf Station VI und VIII ein wenig gesunken ist. In der östlichen Ostsee hat er sich auf den besuchten Stationen nahezu konstant erhalten; hier ist das Minimum mit 7,43‰ auf Station XIII. Das Maximum von 22,30‰ zeigte Station V. Es ist dies der höchste Oberflächensalzgehalt, der auf den Fahrten gefunden wurde.

In der Tiefe geht er an den besuchten Stationen unter 13‰ nicht herunter. Das Minimum war, wie im Januar, auf Station XIII, 13,59‰. Schon auf Station XI betrug er am Boden 21,06, von 30 m an über 12,5‰.

Im März hat eine außerordentlich starke Aussüßung stattgefunden. Es scheint Ostseewasser über die Darßerschwelle in die Beltsee eingedrungen zu sein, von dort einerseits nach Station X, XVI, VII und andererseits nach Station IX sich verbreitend. Auf Station VIII in der Lübecker Bucht ist der Salzgehalt nahezu konstant geblieben. Bis zu den Stationen XVII und VI läßt sich die Aussüßung in geringerem Grade noch verfolgen, so daß eine große Menge salzarmes Wasser eingedrungen sein muß. Wie stark die Aussüßung gewesen ist, mögen folgende Zahlen zeigen. Auf Station X ist der Salzgehalt von 15,99 im Februar auf 8,17 im März herabgegangen, auf Station IX von 16,92 auf 8,95‰.

In der Tiefe geht der Salzgehalt nirgends unter 16‰ herunter.

Im April macht sich auch auf den Stationen III, II, I und VIII die Aussüßung der Beltsee vom März bemerkbar. Wir können auf diesen Stationen ein Sinken des Salzgehaltes um 4—5‰ konstatieren. Andererseits finden wir auf den Stationen VII, XVI und IX eine merkliche Erhöhung, etwa um 3—5‰, vielleicht veranlaßt durch Einströmen von salzreichem Wasser durch den Großen Belt, denn auch auf Station XVII läßt sich eine Erhöhung des Salzgehaltes feststellen. An der Oberfläche unter 12‰ Salz haben die Stationen VIII und X—XVI, unter 10‰ die Stationen X—XV. Am Boden zeigen Station XII, XIII und XV unter 12,5‰ Salz.

Vom April ab läßt sich im Mai und Juni eine immer weitergehende Aussüßung des Beltseewassers verfolgen, mit Ausnahme der Stationen VII, VIII und IX, die schon im Mai an der Oberfläche ihr Salzgehaltsminimum aufweisen. Im Mai haben die Stationen VI—XVI an der Oberfläche unter 12,50‰ Salz, wenig höher ist Station XVII mit 12,95. Unter 10‰ bleiben O. VII—XVI. Im Juni findet sich der höchste Oberflächensalzgehalt im Kleinen Belt auf Station V und IV mit 13,59 und 13,10, von Station VI an hält er sich stets unter 10,5‰. Im Mai wurde die Fahrt bis zur Danziger Bucht ausgedehnt und die Stationen 6, 7, 8 und 9 des Schnittes Trelleborg-Arkona untersucht. Auf diesem fanden wir nur einmal, bei O. 8, einen Salzgehalt von mehr als 8,5‰. Hier war am Boden, also in 43 m Tiefe, ein Salzgehalt von 16,49‰, während er in 36 m Tiefe auch nur 8,21‰ maß.

Auf Station 11, zwischen der Stolper- und Mittelbank, lagerte eine fast homogene, salzarme Deckschicht auf einer salzreicheren Tiefenschicht. Erstere reichte bis 50 m Tiefe hinab und hatte etwa 7‰ Salz; in 60 m Tiefe fanden wir schon 12,03 und in 72 m Tiefe 13,06‰.

In der Danziger Bucht, Station 12, hatten wir am Boden 11,60‰ Salz, 10‰ wurde erst in 80 m Tiefe erreicht.

Von den Stationen der östlichen Ostsee wird auf Station XI bei 44 m Tiefe ein Salzgehalt von 12‰ im Mai, Juni und Dezember überhaupt nicht erreicht, im Januar von 40, im Februar von 30 m an und im März und April gar erst wenige Meter über dem Boden.

Auf Station XII reicht der Salzgehalt auf keiner Fahrt über 8‰ hinaus.

Auf Station XIV, der Bornholmtiefe, hält sich der Salzgehalt während der ganzen Dauer der Untersuchungen ziemlich auf derselben Höhe. 10‰ Salz wird im März und April bei 50 m, im Mai bei 55 m und im Juni sowie im Dezember und Januar bei 60 m erreicht. Über 12,5‰ Salz ist in allen Monaten von 65 m an gefunden.

Auf Station XV endlich ist nur im April am Boden, in 35 m Tiefe, und im Januar von 30 m an ein Salzgehalt von über 10‰ gemessen, ein solcher von über 12‰ nur im Januar am Boden.

IV. Tabellen.

Erläuterungen.

In den ersten Tabellen sind sämtliche Fänge berücksichtigt, sowie alle beobachteten Eier und Larven, in den übrigen, die auf Wunsch von Herrn Geheimrat Hensen hinzugefügt wurden, nur die quantitativen Eiernetzfänge und die Nutzfische.

Für sämtliche Eiernetzfänge sind die Resultate auf 1 qm Oberfläche berechnet durch Multiplikation des Fangergebnisses mit 3. Bei Scherbrutnetz und Oberflächen-Brutnetz ist dieses selbst angegeben.

In den Tabellen der Eiernetzfänge ist die Tiefe, bis zu der das Eiernetz herabgelassen wurde, nicht besonders angeführt; sie beträgt 1 (in seltenen Fällen 2) m weniger als die des Bodens.

Mit Scherbrutnetz und Oberflächen-Brutnetz wurde, wenn überhaupt, gleichzeitig und zwar stets etwa 5 Minuten gefischt.

In Tabelle 7 und 8 sind versehentlich für April und Mai die unkorrigierten Temperaturen angegeben, im übrigen stets die korrigierten. Die Salzgehaltsangaben beziehen sich sämtlich auf die titrimetrisch ermittelten Werte.

In der Abteilung „*Pleuronectes flesus* + *Pleuronectes limanda*“ ist die Summe aller Eier der Gruppe Flunder-Kliesche angegeben, in den beiden folgenden, wieviel von diesen als sicher zu der einen oder der anderen Spezies gehörig bestimmt werden konnten.

In den Tabellen der Eiernetzfänge ist auch an Orten, wo mit dem Eiernetz keine, wohl aber mit den qualitativen Netzen Eier erbeutet sind, 1 resp. (wenn über 10 gefangen) 2 für 1 qm Oberfläche gerechnet. Es liegt in der Natur der Sache, daß für diese Eier das Entwicklungsstadium nicht angegeben werden konnte. Sie sind durch kleineren Druck kenntlich gemacht und in die Summen mit einbezogen worden.

LIBRARY

1. Tabellen sämtlicher Fänge.

Dezember 1910. **Tabelle 3.**

| Station | Tiefe | Datum | Hydrographische Beobachtungen | | | Art der Untersuchung | | Eier | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | |

Januar 1911. **Tabelle 4.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen: in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Art der Untersuchung: Fanggerät	in m	Eier: *Pleuronectes platessa* zusammen	tote	lebende	alle	u	K	Ej	Ep	Ea	*Gadus morrhua* zusammen	tote	lebende	alle	u	K	Ej	Ep	Ea	Larven: *Clupea harengus*	*Clupea sprattus*	*Ammodytes*	*Pholis*	*Lumpenus*	*Gobius*	*Cottus*	*Agonus*	*Cyclogaster*	*Chirolophis*	*Nerophis*	*Pleuronectes platessa*	*Pl. flesus*	*Pl. limanda*	*Gadus morrhua*	*Onos cimbrius*
O. I	20 m	11. I.	0	2,79	17,61	Eiernetz	18—0	3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	4,08	22,18																																			
II	25 „	11.	0	3,61	18,82	Eiernetz	24—0	3	—	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	4,49	22,68																																			
III	21 „	11.	0	3,11	18,06	Eiernetz	20—0	36	12	24	6	12	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	4,42	22,16																																			
IV	35 „	11.	0	3,11	17,81	Eiernetz	34—0	6	3	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			33	4,62	22,65																																			
V	24 „	12.	0	3,02	19,31	Eiernetz	23—0	3	—	3	—	—	3	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	3,09	19,42	Scherbrutnetz	23—0	4	1	3	—	2	1	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	3,75	20,63																																			
VI	25 „	12.	0	3,05	19,78	Eiernetz	23—0	12	6	6	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	3,03	19,78	Scherbrutnetz	23—0	13	3	10	—	5	2	3	—	5	—	5	—	4	1	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	3,07	19,78	Oberfl.-Brutnetz	0	11	7	4	1	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,08	19,78																																			
VII	31 „	12.	0	2.85	17,74	Eiernetz	30—0	24	12	12	9	—	—	3	—	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	4,01	21,94																																			
VIII	23 „	13.	0	2,51	16,57	Eiernetz	22—0	15	12	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	2,99	17,50	Scherbrutnetz	22—0	18	6	12	3	8	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	3,11	17,85	Oberfl.-Brutnetz	0	16	6	10	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IX	21 „	13.	0	2,61	15,16	Eiernetz	20—0	24	15	9	—	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	2,56	15,84	Scherbrutnetz	20—0	12	2	10	—	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,22	17,39	Oberfl.-Brutnetz	0	9	4	5	—	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X	30 „	13.	0	2,31	12,77	Eiernetz	28—0	18	6	12	—	3	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	2,89	16,74	Scherbrutnetz	27—0	19	—	19	3	10	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			28	2,90	16,64	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	37	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
XI	45 „	13.	0	3,45	8,06	Eiernetz	43—0	9	3	6	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,39	8,12	Scherbrutnetz	43—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	3,40	8,53																																			
			43	4,90	19,07																																			
XIII	62 „	14.	0	4,82	7,21	Eiernetz	60—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			60	8,82	10,77																																			
XIV	92 „	14.	0	4,39	6,91	Eiernetz	90—0	21	—	21	3	12	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			60	7,56	11,78	Scherbrutnetz	86—0	3	—	3	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			90	5,29	15,79																																			
XV	37 „	15.	0	3,01	8,06	Eiernetz	35—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			35	4,13	12,72																																			
XVI	22 „	15.	0	2,37	13,87	Eiernetz	20—0	27	12	15	3	9	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	2,33	15,16	Scherbrutnetz	20—0	63	9	54	—	30	23	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,02	17,63	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	15 „	16.	0	2,52	18,04	Eiernetz	14—0	57	24	33	—	21	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			14	2,56	18,24	Scherbrutnetz	14—0	60	21	39	3	23	10	2	1	3	1	2	—	—	2	—	—	1	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Oberfl.-Brutnetz	0	3	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Februar 1911. **Tabelle 5.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			Art der Untersuchung		*Pleuronectes platessa*							*Gadus morrhua*							
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Fanggerät	in m	zusammen	tote	lebende					zusammen	tote	lebende					
										alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea
O. I	20 m	27. II.	0	2,77	18,71	Eiernetz	19—0	30	—	30	—	15	6	—	9	9	—	9	—	6	3	—	—
			10	2,77	18,78	Scherbrutnetz	19—15	50	9	41	—	1	10	13	17	31	6	25	—	13	12	—	—
			19	3,16	19,85	Oberfl.-Brutnetz	0	44	18	26	—	5	3	15	3	18	3	15	—	4	8	3	—
II	25 „	27.	0	2,97	19,76	Eiernetz	24—0	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	6	—	—
			15	2,97	19,76	Scherbrutnetz	22—17	2	—	2	—	2	—	—	—	10	—	10	—	6	3	—	1
			24	3,42	20,44	Oberfl.-Brutnetz	0	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	25 „	27.	0	2,56	19,04	Eiernetz	23—0	129	33	96	—	45	33	9	9	30	—	30	—	12	18	—	—
			10	2,95	19,92	Scherbrutnetz	24—19	73	13	60	—	35	6	11	8	89	6	83	—	49	6	25	3
			24	2,61	21,42	Oberfl.-Brutnetz	0	534	202	332	—	181	113	36	2	53	11	42	—	12	22	8	—
IV	35 „	28.	0	2,70	20,59	Eiernetz	34—0	132	57	75	—	24	48	3	—	54	6	48	—	33	12	3	—
			10	2,69	20,77	Scherbrutnetz	33—23	155	49	106	—	45	13	42	6	236	78	158	—	93	28	33	4
			20	2,81	21,51	Oberfl.-Brutnetz	0	67	17	50	—	14	26	8	2	79	14	65	—	33	25	7	—
			34	2,79	21,94																		
V	25 „	28.	0	2,61	22,30	Eiernetz	23—0	36	24	12	—	—	6	6	—	57	24	33	—	9	24	—	—
			15	2,63	22,45	Scherbrutnetz	23—19	24	2	22	—	12	5	5	—	84	8	76	—	40	17	13	6
			23½	2,61	22,90	Oberfl.-Brutnetz	0	108	30	78	—	31	8	38	1	181	46	135	—	63	30	41	1
VI	24 „	28.	0	2,56	19,25	Eiernetz	23—0	33	—	33	—	9	15	—	9	36	—	36	3	3	3	6	21
			15	2,81	23,96	Scherbrutnetz	23—19	29	4	25	—	12	3	5	10	42	—	42	—	8	2	21	11
			23	2,87	24,69																		
VII	32 „	28.	0	2,61	22,27	Eiernetz	32—0	117	15	102	21	36	21	12	12	192	9	183	—	21	117	33	12
			15	2,56	22,25	Scherbrutnetz	32—24	19	—	19	—	11	2	4	2	69	5	64	—	15	7	35	7
			31	2,61	22,75	Oberfl.-Brutnetz	0	24	2	22	14	1	3	4	—	32	1	31	—	7	17	4	3
VIII	23 „	1. III.	0	2,43	16,13	Eiernetz	22—0	66	15	51		15	27	6	3	3	—	3	—	3	—	—	—
			10	2,41	16,24	Scherbrutnetz	21—19	63	31	32	—	2	12	15	3	7	2	5	—	2	—	1	2
			22	2,48	18,73	Oberfl.-Brutnetz	0	113	49	64	—	33	21	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IX	21 „	1.	0	2,53	16,92	Eiernetz	19—0	117	57	60	—	12	45	3	—	6	—	6	—	3	3	—	—
			10	2,51	16,91	Scherbrutnetz	19—15	154	12	142	3	31	59	36	13	7	2	5	—	2	—	2	1
			20	2,40	18,50	Oberfl.-Brutnetz	0	298	70	228	—	104	74	50	—	2	—	2	—	—	1	1	—
X	25 „	1.	0	2,41	15,99	Eiernetz	23—0	33	—	33	3	6	15	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	2,29	16,38	Scherbrutnetz	22—19	65	6	59	—	6	39	12	2	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	2,29	16,38	Oberfl.-Brutnetz	0	52	14	38	—	4	29	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XI	45 „	1.	0	2,34	8,08	Eiernetz	43—0	18	12	6	—	3	—	3	—	18	6	12	—	—	6	6	—
			25	1,85	10,68	Scherbrutnetz	42—35	54	46	8	—	3	2	2	1	31	8	23	—	—	7	15	1
			30	2,80	12,67	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			44	2,70	21,06																		
XIII	63 „	2.	0	2,54	7,43	Eiernetz	61—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			50	2,59	7,47																		
			61	6,45	13,59																		
XVI	23 „	3.	0	2,71	16,82	Eiernetz	22—0	36	—	36	—	—	24	12	—	12	3	9	—	3	6	—	—
			15	2,46	17,47	Scherbrutnetz	20—15	46	5	41	—	1	21	13	6	3	—	3	—	—	2	1	—
			22	2,46	18,33	Oberfl.-Brutnetz	0	48	5	43	—	—	31	11	1	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	21 „	3.	0	3,00	19,34	Eiernetz	20—0	45	12	33	—	24	9	—	—	39	—	39	—	18	6	12	3
			10	3,00	19,34	Scherbrutnetz	19—14	39	6	33	—	20	4	6	3	15	1	14	—	6	4	3	1
			20	2,82	23,20	Oberfl.-Brutnetz	0	581	241	340	—	277	39	17	7	39	14	25	—	22	1	2	—

Februar 1911. **Tabelle 5.**

| Eier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

März 1911. **Tabelle 6.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			Art der Untersuchung		*Pleuronectes platessa*							*Gadus morrhua*						
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Fanggerät	in m	zusammen	tote	lebende					zusammen	tote	lebende				
										alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea
O. I	21 m	25. III.	5	2,89	18,22	Eiernetz	18—0	12	—	12	—	3	3	3	3	12	—	12	—	3	9	—	—
			19	2,98	20,82																		
II	26 „	25.	5	2,93	20,34	Eiernetz	24—0	51	24	27	—	6	15	3	3	78	42	36	—	6	27	3	—
			24	2,94	20,70																		
III	27 „	25.	5	2,72	16,13	Eiernetz	25—0	30	—	30	—	6	6	12	6	9	3	6	—	3	3	—	—
			25	3,06	21,80																		
IV	34 „	26.	0	2,53	13,50	Eiernetz	33—0	24	—	24	—	3	—	12	9	96	12	84	—	57	21	6	—
			32	3,07	22,14	Scherbrutnetz	32—30	11	1	10	—	2	3	—	5	82	6	76	—	37	20	13	6
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	24 „	26.	0	2,63	16,49	Eiernetz	22—0	6	—	6	—	6	—	—	—	36	—	36	—	15	6	15	—
			23	2,93	20,99	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Scherbrutnetzfang mißlungen																	
VI	22 „	26.	5	2,69	15,28	Eiernetz	21—0	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	27	3	6	6	6	6
			20	3,00	20,67																		
VII	33 „	26.	0	2,58	10,46	Eiernetz	31—0	12	—	12	—	6	—	—	6	39	12	27	—	12	6	3	6
			31	3,01	20,07																		
VIII	23 „	27.	0	2,73	15,55	Eiernetz	20—0	39	9	30	—	6	15	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	2,81	16,44	Scherbrutnetz	20—0	120	20	100	—	9	62	26	3	3	1	2	—	—	2	—	—
						Oberfl.-Brutnetz	0	30	3	27	—	1	17	9	—	1	1	—	—	—	—	—	—
IX	19 „	27.	0	2,77	8,95	Eiernetz	18—0	3	—	3	—	3	—	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—
			18	2,94	19,33	Scherbrutnetz	18—0	2	—	2	—	2	—	—		7	—	7	—	5	1	1	—
X	28 „	27.	0	2,61	8,17	Eiernetz	25—0	3	—	3	—	—	3	—	—	21	—	21	—	18	3	—	—
			27	2,97	19,38	Scherbrutnetz	25—0	3	1	2	1	1	—	—	—	40	2	38	4	28	6	—	—
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XI	45 „	28.	0	2,53	7,54	Eiernetz	42 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			44	2,65	14,02	Scherbrutnetz	42—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XII	10 „	28.	0	2,59	7,38	Eiernetz	10—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			9	2,44	7,38	Scherbrutnetz	10—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIII	62 „	28.	0	2,61	7,20	Eiernetz	60—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			61	5,35	12,21	Scherbrutnetz	60—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIV	93 „	29.	0	2,77	7,30	Eiernetz	90—0	12	6	6	—	—	—	3	3	3	—	3	3	—	—	—	—
			91	4,01	15,91	Scherbrutnetz	88—0	5	—	5	—	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XV	31 „	29.	0	2,87	7,41	Eiernetz	31—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	2,59	7,72	Scherbrutnetz	29—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVI	28 „	27.	0	2,64	8,33	Eiernetz	25—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			21	3,04	19,87	Scherbrutnetz	18—15	1	—	1	—	—	1	—	—	2	—	2	—	2	—	—	—
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	21 „	30.	0	2,88	11,47	Eiernetz	19—0	6	—	6	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	2,84	17,81	Scherbrutnetz	19—0	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Entwicklungsstadium nicht bestimmt.

März 1911. Tabelle 6.

| Eier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

April 1911. **Tabelle 7.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			Art der Untersuchung		*Pleuronectes platessa*							*Gadus morrhua*						
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Fanggerät	in m	zusammen	tote	lebende					zusammen	tote	lebende				
										alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea
O. I	20 m	19. IV.	0	5,92	14,78	Eiernetz	19–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	4,92	14,85	Scherbrutnetzfang	mißlungen																
			19	3,52	18,37	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	25 „	19.	0	5,77	14,94	Eiernetz	24–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	4,62	14,94	Scherbrutnetz	23–19	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—
			10	4,61	15,01	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	3,91	15,82																		
			20	3,19	18,35																		
			24	3,23	18,69																		
III	25 „	19.	0	5,47	15,19	Eiernetz	24–0	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	4,01	15,72	Scherbrutnetz	24–21	2	—	2	—	2	—	—	—	6	—	6	—	6	—	—	—
			15	3,98	16,20	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,19	19,36																		
IV	34 „	20.	0	4,97	15,95	Eiernetz	33–0	3	3	—	—	—	—	—	—	21	6	15	—	12	—	3	—
			5	5,12	16,24	Scherbrutnetz	33–27	—	—	—	—	—	—	—	—	9	2	7	—	5	1	—	1
			10	4,51	16,58	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	4,12	16,87																		
			33	3,17	20,73																		
V	23 „	20.	0	5,95	16,04	Eiernetz	22–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	4,83	16,15	Scherbrutnetz	22–17	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	4	—	—	3	1	—
			22	3,18	20,17	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	24 „	20.	0	5,28	14,56	Eiernetz	23–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	5,28	14,58	Scherbrutnetz	23–20	—	—	—	—	—	—	—	—	3		3	—	1	1	1	—
			10	4,17	15,75	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	4,13	16,35																		
			23	4,16	16,85																		
VII	37 „	20.	0	5,42	13,15	Eiernetz	36–0	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	4,05	14,98	Scherbrutnetz	36–28	3	—	3	—	2	—	—	1	2	—	2	—	1	1	—	—
			20	3,98	15,99	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	3,47	16,04																		
			36	3,88	16,17																		
VIII	23 „	21.	0	5,85	11,98	Eiernetz	21–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	5,91	12,03	Scherbrutnetz	21–17	3	—	3	—	2	1	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
			15	3,49	15,19	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—
			21	3,11	17,94																		
IX	23 „	21.	0	5,50	13,33	Eiernetz	22–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	5,51	13,62	Scherbrutnetz	22–18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	3,78	14,79	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	3,90	15,75																		
X	25 „	21.	0	6,06	9,81	Eiernetz	24–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	4,10	12,76	Scherbrutnetz	23–18	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,72	15,68	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,71	16,00																		
XI	43 „	24.	0	4,79	7,67	Eiernetz	42–0	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	—	—	—	—
			20	4,45	7,92																		
			30	3,70	10,75																		
			42	4,20	17,11																		
XII	8½ „	22.	0	6,05	7,14	Eiernetz	8½–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			8	6,01	7,16	Scherbrutnetz	8½ 0																
XIII	60½ „	23.	0	4,93	7,25	Eiernetz	59–0	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	15	—	3	3	9	—
			10	3,80	7,27	Scherbrutnetz	58–51	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9	—	—	—	9	—
			30	3,20	7,30																		
			40	3,18	7,32																		
			50	3,09	7,38																		
			55	5,32	11,73																		
			59½	5,28	12,02																		

[1]) Leere oder halbleere Hüllen. [2]) Die leeren oder halbleeren Hüllen mit hierher gerechnet.

April 1911. Tabelle 7.

| Eier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

April 1911. (Fortsetzung.) **Tabelle 7.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			Art der Untersuchung		*Pleuronectes platessa*								*Gadus morrhua*							
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Fanggerät	in m	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					
										alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea
O. XIV	93 m	23. IV.	0	4,10	7,32	Eiernetz	91—0	—	—	—	—	—	—	—	—	57	12	45	—	27	15	3	—
			20	3,82	7,38	Scherbrutnetz	91—85	—	—	—	—	—	—	—	—	37	3	31	—	19	7	5	—
			40	3,14	7,41																		
			50	3,50	10,08																		
			55	2,84	11,51																		
			65	4,03	14,05																		
			75	4,23	15,30																		
			92	4,44	16,33																		
XV	36 „	24.	0	5,07	7,59	Eiernetz	35—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	5,06	7,59	Scherbrutnetz	34—30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			15	4,82	7,63																		
			20	4,26	7,85																		
			35	3,31	11,82																		
XVI	21½ „	24.	0	6,77	10,88	Eiernetz	20½—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			5	6,75	10,88	Scherbrutnetz	20—18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	4,10	14,74	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,86	15,43																		
XVII	21 „	25.	0	6,28	14,34	Eiernetz	20—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	6,28	14,42	Scherbrutnetz	19—0	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1	—	—	—
			15	4,20	16,60	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	4,22	16,62																		

Mai 1911. **Tabelle 8.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			Art der Untersuchung		*Pleuronectes platessa*								*Gadus morrhua*								*Pleuronectes flesus + Pleuronectes limanda*							
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Fanggerät	in m	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					
										alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	
O. I	19 m	16. V.	0	11,44	14,00	Eiernetz	18—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	3	—
			5	9,48	14,99	Scherbrutnetz	18—13	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	3	—	3	—	—	—	3	2	1	—	—	—	1
			15	5,30	16,69	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			18,5	5,19	17,45																										
II	25 „	16.	0	11,81	15,35	Eiernetz	23—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,78	18,22																										
III	23 „	16.	0	10,89	13,35	Eiernetz	22—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	3,90	18,66																										
IV	33 „	17.	0	10,85	13,80	Eiernetz	32—0	3	—	3	—	—	—	3	—	6	—	6	—	3	—	3	—	33	6	27	—	18	6	3
			10	10,30	15,57																										
			20	4,67	17,86																										
			32	3,32	21,06																										
V	24 „	17.	0	11,50	14,16	Eiernetz	23—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	3	18	—	18	—	—
			15	7,78	16,37																										
			23	3,72	19,99																										

April 1911. (Fortsetzung.) **Tabelle 7.**

| Eier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Mai 1911. (Fortsetzung.) **Tabelle 8.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen: in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Art der Untersuchung: Fanggerät	in m	*Pleuronectes platessa*: zusammen	tote	lebende	alle	u	K	Ej	Ep	Ea	*Gadus morrhua*: zusammen	tote	lebende	alle	u	K	Ej	Ep	Ea	*Pleuronectes flesus + Pleuronectes limanda*: zusammen	tote	lebende	alle	u	K	Ej	Ep
O. VI	23 m	17. V.	0	11,48	12,25	Eiernetz	22–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	9	6	—	6	—	—
			10	7,39	15,93																											
			22	4,59	17,97																											
VII	37 „	17.	0	9,17	9,04	Eiernetz	36–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	3	3	—	—	84	—	84	—	66	18	—
			10	6,63	13,95																											
			20	6,10	15,90																											
			36	4,63	26,69																											
VIII	21 „	18.	0	8,00	8,96	Eiernetz	20–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	3	3	—	3	—	—
			5	10,00	11,28	Scherbrutnetz		Netzbeutel zerrissen. Becher verloren gegangen.																									
			10	9,83	12,59	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	4,70	17,70																											
IX	20 „	18.	0	7,43	7,86	Eiernetz	18–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	—	3
			5	7,01	7,95	Scherbrutnetz	18–15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	9,04	11,87	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19½	4,42	15,55																											
X	26 „	18.	0	7,96	7,76	Eiernetz	25–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			10	6,12	7,90	Scherbrutnetz	24–20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	8	4	3	1	—
			20	4,37	15,50	Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			25	4,33	15,70																											
6	24½ „	18./19.	0	8,41	7,29	Eiernetz	22–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			23½	7,25	7,30																											
7	35 „	19.	0	9,17	7,43	Eiernetz	33–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			34	6,86	8,26																											
8	44 „	19.	0	8,72	7,29	Eiernetz	43–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			43	3,90	16,49	Scherbrutnetz	42–35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	31 „	19.	0	8,85	7,32	Eiernetz	29–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	5,78	8,44																											
XII	8 „	19.	0	10,20		Eiernetz	8–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	—
			7,5	10,20	7,02	Scherbrutnetz	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9	4	4	1	—
XIII (10)	60 „	19. 20.	0	8,60	7,18	Eiernetz	57–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			58	4,90	12,32																											
11	73 „	24.	0	7,30	7,07	Eiernetz	72–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	27	12	15	—	9	3	3
			20	6,18	7,09	Scherbrutnetz	70–60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	1	—
			50	3,50	7,39	Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			60	3,88	12,03																											
			72	3,99	13,06																											
12	103 „	23.	0	6,25	7,02	Eiernetz	102–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	3	3	—	3	—	—
			50	3,00	7,20	Scherbrutnetz	100–90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			60	3,06	7,72	Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			80	4,44	10,12																											
			100	5,12	11,60																											
XIV	95 „	24.	0	8,24	7,21	Eiernetz	94–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	30	—	9	9	12	—	234	54	180	—	156	24	—
			30	5,39	7,23	Scherbrutnetz	90–75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	8	88	—	51	22	15	—	431	91	340	—	241	92	7
			60	3,97	12,16	Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			75	4,67	14,90																											
			93	3,99	15,86																											
XVI	22 „	25.	0	10,60	7,97	Eiernetz	21–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	6	—	—
			10	9,75	9,56																											
			15	10,50	11,26																											
			21	5,55	17,11																											
XVII	20 „	25.	0	12,50	12,95	Eiernetz	19–0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—
			10	9,37	15,07																											
			19	6,00	17,03																											

Mai 1911. (Fortsetzung.) **Tabelle 8.**

| Eier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Juni 1911. **Tabelle 9.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			Art der Untersuchung		*Gadus morrhua*							*Pleuronectes flesus* + *Pleuronectes limanda*					
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	Fanggerät	in m	zusammen	tote	lebende					zusammen	tote	lebende			
										alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep
O. I	20 m	20. VI.	0	15,03	12,90	Eiernetz	18—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	8,59	16,42	Scherbrutnetz	18—13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	24 „	20.	0	15,51	12,74	Eiernetz	23—0	—	—	—	—	—	—	—	33	3	30	—	3	9	18	
			23	7,27	18,98																	
III	21 „	20.	0	15,09	12,94	Eiernetz	20—0	—	—	—	—	—	—	—	111	9	102	3	21	51	27	
			19½	6,89	19,63	Scherbrutnetz	19—15	7	3	4	—	4	—	—	97	3	94	—	25	26	43	
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	
IV	33 „	20.	0	14,92	13,10	Eiernetz	32—0	—	—	—	—	—	—	—	630	108	522	—	300	138	84	
			32	6,81	24,92																	
V	22 „	20.	0	14,19	13,59	Eiernetz	21—0	—	—	—	—	—	—	—	63	18	45	—	33	9	3	
			21	7,45	18,89																	
VI	21 „	21.	0	14,11	9,58	Eiernetz	20—0	—	—	—	—	—	—	—	159	12	147	—	144	3	—	
			20	8,00	26,38	Scherbrutnetz	20—15	1	1	—	—	—	—	—	458	8	450	—	399	28	23	
VII	30 „	21.	0	14,31	9,31	Eiernetz	29—0	—	—	—	—	—	—	—	54	3	51	—	42	6	3	
			29	6,80	28,73	Scherbrutnetz	29—22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	
VIII	23 „	21.	0	15,15	10,50	Eiernetz	22—0	—	—	—	—	—	—	—	123	9	114	—	75	21	18	
			22	6,97	18,86																	
IX	20 „	21.	0	14,95	8,50	Eiernetz	19—0	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—	6	
			19	9,55	16,64	Scherbrutnetz	19—16	—	—	—	—	—	—	—	29 +38	26 +38[1]	3	—	1	1	1	
						Oberfl.-Brutnetz	0	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	
X	28½ „	24.	0	14,80	7,43	Eiernetz	27—0	—	—	—	—	—	—	—	21	3	18	—	9	6	3	
			27½	9,56	16,35	Scherbrutnetz	27—23	—	—	—	—	—	—	—	43	3	40	—	24	7	9	
XI	43 „	22.	0	13,07	7,21	Eiernetz	42—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			42	10,91	11,87	Scherbrutnetz	42—38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
XII	8 „	22.	0	15,67	7,14	Eiernetz	8—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			7½	14,83	7,16	Scherbrutnetz	7 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
						Scherbrutnetz	Boden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
XIII	61 „	22.	0	12,80	7,18	Eiernetz	60—0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			59	4,72	12,16	Scherbrutnetz	60—50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
XIV	93 „	23.	0	12,17	7,20	Eiernetz	92—0	96	24	72	3	51	3	12	3	261	108	153	3	60	27	63
			91	3,88	16,04	Scherbrutnetz	90—80	102	6	96	—	71	17	8	—	246	26	220	—	139	66	15

[1] Leere oder halbleere Hülle n.

Juni 1911. **Tabelle 9.**

| Eier | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Larven | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2. Tabellen der Eiernetzfänge.

Dezember 1910. **Tabelle 10.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Pleuronectes platessa*								
						Eier								Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende						
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea	
O. I	20 m	17. XII.	0	4,31	18,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	4,16	18,03									
II	23 „	17.	0	4,54	18,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			21,5	4,54	18,08									
III	24 „	17.	0	4,71	15,55	18	12	6	—	3	3	—	—	—
			22	4,63	17,65									
IV	34 „	17.	0	4,41	14,96	21	6	15	—	15	—	—	—	—
			32	5,16	18,04									
V	24 „	18.	0	4,53	13,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			23	4,46	17,83									
VII	32 „	18.	0	4,67	11,92	12	9	3	—	3	—	—	—	—
			31	7,01	26,91									
VIII	26 „	18.	0	4,39	14,38	27	6	21	—	9	9	3	—	—
			25	4,80	16,69									
IX	22 „	19.	0	4,91	9,61	9	—	9	—	9	—	—	—	—
			21	5,14	16,51									
X	26 „	19.	0	5,01	8,84	3	—	3	—	—	3	—	—	—
			25	4,86	14,04									
XI	45 „	19.	0	5,56	7,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			43	5,59	8,17									
XIII	60 „	20.	0	6,89	7,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			58	8,53	9,49									
XIV	94 „	20.	0	6,12	6,94	1	—	—	—	—	—	—	—	—
			93	4,88	15,50									
XV	34 „	21.	0	5,61	7,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			29	5,51	7,85									
XVI	23 „	21.	0	4,09	13,28	1	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	5,56	20,07									
XVII	20 „	21.	0	4,31	16,13	3	—	3	—	3	—	—	—	—
			19	4,52	17,81									
					Summe	95	33	60	—	42	15	3	—	—

Januar 1911. **Tabelle 11.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Pleuronectes platessa*									*Gadus morrhua*								
						Eier								Larven	Eier								Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende							zusammen	tote	lebende						
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea				alle	u	K	Ej	Ep	Ea	
O. I	20 m	11. I.	0	2,79	17,61	3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	4,08	22,18																		
II	25 „	11.	0	3,61	18,82	3	—	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	4,49	22,68																		
III	21 „	11.	0	3,11	18,06	36	12	24	6	12	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	4,42	22,16																		
IV	35 „	11.	0	3,11	17,81	6	3	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			33	4,62	22,65																		
V	24 „	12.	0	3,02	19,31	3	—	3	—	—	3	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	—
			22	3,75	20,63																		
VI	25 „	12.	0	3,05	19,78	12	6	6	—	3	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,08	19,78																		
VII	31 „	12.	0	2,85	17,74	24	12	12	9	—	—	3	—	—	6	6	—	—	—	—	—	—	—
			30	4,01	21,94																		
VIII	23 „	13.	0	2,51	16,57	15	12	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	3,11	17,85																		
IX	21 „	13.	0	2,61	15,16	24	15	9	—	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,22	17,39																		
X	30 „	13.	0	2,31	12,77	18	6	12	—	3	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			28	2,90	16,64																		
XI	45 „	13.	0	3,45	8,06	9	3	6	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			43	4,90	19,07																		
XIII	62 „	14.	0	4,82	7,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			60	8,82	10,77																		
XIV	92 „	14.	0	4,39	6,91	21	—	21	3	12	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			90	5,29	15,79																		
XV	37 „	15.	0	3,01	8,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			35	4,13	12,72																		
XVI	22 „	15.	0	2,37	13,87	27	12	15	3	9	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	3,02	17,63																		
XVII	15 „	16.	0	2,52	18,04	57	24	33	—	21	12	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
			14	2,56	18,24																		
					Summe	258	105	153	24	72	39	15	3	—	11	6	3	—	3	—	—	—	—

Februar 1911. **Tabelle 12.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Pleuronectes platessa*								*Gadus morrhua*								*Pleuronectes flesus + Pl. limanda*								*Pleuronectes flesus*							
						Eier							Larven	Eier							Larven	Eier						Larven	Eier						Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					zusammen	tote	lebende				
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea				alle	u	K	Ej	Ep			alle	u	K	Ej	Ep	
O. I	20 m	27. II.	0	2,77	18,71	30	—	30	—	15	6	—	9	—	9	—	9	—	6	3	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—
			19	3,16	19,85																																
II	25 „	27.	0	2,97	19,76	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,42	20,44																																
III	25 „	27.	0	2,56	19,04	129	33	96	—	45	33	9	9	—	30	—	30	—	12	18	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	2,61	21,42																																
IV	35 „	28.	0	2,70	20,59	132	57	75	—	24	48	3	—	—	54	6	48	—	33	12	3	—	1	6	—	6	—	6	—	—	—	6	—	6	—	6	—	—	—
			34	2,79	21,94																																
V	25 „	28.	0	2,61	22,30	36	24	12	—	—	6	6	—	—	57	24	33	—	9	24	—	—	1	6	—	6	—	3	3	—	—	6	—	6	—	3	3	—	—
			23½	2,61	22,90																																
VI	24 „	28.	0	2,56	19,25	33	—	33	—	9	15	—	9	1	36	—	36	3	3	3	6	21	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			23	2,87	24,69																																
VII	32 „	28.	0	2,61	22.27	117	15	102	21	36	21	12	12	—	192	9	183	—	21	117	33	12	3	6	—	6	—	—	3	3	—	6	—	6	—	—	3	3	—
			31	2,61	22,75																																
VIII	23 „	1. III.	0	2,43	16,13	66	15	51	—	15	27	6	3	—	3	—	3	—	3	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	2,48	18,73																																
IX	21 „	1.	0	2,53	16,92	117	57	60	—	12	45	3	—	—	6	—	6	—	3	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	2,40	18,50																																
X	25 „	1.	0	2,41	15,99	33	—	33	3	6	15	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			24	2,29	16,38																																
XI	45 „	1.	0	2,34	8,08	18	12	6	—	3	—	3	—	—	18	6	12	—	—	6	6	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			44	2,70	21,06																																
XIII	63 „	2.	0	2,54	7,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	6	6	—	—	6	—	—	12	6	6	—	—	6	—	—
			61	6,45	13,59																																
XVI	23 „	3.	0	2,71	16,82	26	—	36	—	—	24	12	—	—	12	3	9	—	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			22	2,46	18,33																																
XVII	21 „	3.	0	3,00	19,34	45	12	33	—	24	9	—	—	—	39	—	39	—	18	6	12	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			20	2,82	23,20																																
		Summe				793	225	567	24	189	249	63	42	1	462	48	414	3	111	204	60	36	13	40	6	27	—	12	12	3	—	33	6	27	—	12	12	3	—

März 1911. **Tabelle 13.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Pleuronectes platessa*								*Gadus morrhua*								*Pleuronectes flesus* + *Pl. limanda*							
						Eier							Larven	Eier							Larven	Eier							Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea																
O. I	21 m	25. III.	5	2,89	18,22	12	—	12	—	3	3	3	3	—	12	—	12	—	3	9	—	—	—	33	15	18	—	—	6	12	—
			19	2,98	20,82																								
II	26 „	25.	5	2,93	20,34	51	24	27	—	6	15	3	3	—	78	42	36	—	6	27	3	—	3	63	24	39	—	21	12	6	—
			24	2,94	20,70																								
III	27 „	25.	5	2,72	16,13	30	—	30	—	6	6	12	6	—	9	3	6	—	3	3	—	—	—	27	24	3	—	3	—	—	—
			25	3,06	21,80																								
IV	34 „	26.	0	2,53	13,50	24	—	24	—	3	—	12	9	1	96	12	84	—	57	21	6	—	—	99	12	87	—	57	12	18	—
			32	3,07	22,14																			+ 18[1]						
V	24 „	26.	0	2,63	16,49	6	—	6	—	6	—	—	—	—	36	—	36	—	15	6	15	—	—	60	18	42	—	24	6	12	—
			23	2,93	20,99																								
VI	22 „	26.	5	2,69	15,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	27	3	6	6	6	6	—	66	9	57	—	42	—	15	—
			20	3,00	20,67																			+ 30[1]						
VII	33 „	26.	0	2,58	10,46	12	—	12	—	6	—	—	6	—	39	12	27	—	12	6	3	6	—	108	24	84	—	72	9	3	—
			31	3,01	20,07																			+ 9[1]						
VIII	23 „	27.	0	2,73	15,55	39	9	30	—	6	15	—	9	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	21	9	12	—	6	6	—	—
			22	2,81	16,44																								
IX	19 „	27.	0	2,77	8,95	3	—	3	—	3	—	—	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—	1	9	3	6	—	3	3	—	—
			18	2,94	19,33																								
X	28 „	27.	0	2,61	8,17	3	—	3	—	—	3	—	—	—	21	—	21	—	18	3	—	—	—	21	3	18	—	3	—	15	—
			27	2,97	19,38																								
XI	45 „	28.	0	2,53	7,54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
			44	2,65	14,02																								
XII	10 „	28.	0	2,59	7,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
			9	2,44	7,38																								
XIII	62 „	28.	0	2,61	7,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
			61	5,35	12,21																								
XIV	93 „	29.	0	2,77	7,30	12	6	6	—	—	—	3	3	—	3	—	3	3	—	—	—	—	1	1461	1059	402	18	294	69	21	—
			91	4,01	15,91																								
XV	31 „	29.	0	2,87	7,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			30	2,59	7,72																								
XVI	28 „	27.	0	2,64	8,33	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9	6	3	—	—	—
			21	3,04	19,87																								
XVII	21 „	30.	0	2,88	11,47	6	—	6	3	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	24	9	—	—	—	9	—
			20	2,84	17,81																								
					Summe	199	39	159	3	42	42	33	39	3	326	69	255	6	120	84	33	12	5	2072	1224	786	24	528	123	111	—

[1]) Entwicklungsstadium nicht bestimmt.

April 1911. **Tabelle 14.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Pleuronectes platessa*								*Gadus morrhua*								*Pleuronectes flesus + Pl. limanda*							
						Eier							Larven	Eier							Larven	Eier						Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende				
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea											alle	u	K	Ej	Ep	
O. I	20 m	19. IV	0	5,91	14,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	3,49	18,37																								
II	25 „	19.	0	5,77	14,94	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	21	—	21	—	15	3	3	—
			24	3,21	18,69																								
III	25 „	19.	0	5,47	15,19	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	30	21	9	—	9	—	—	9
			24	3,19	19,36																								
IV	34 „	20.	0	4,97	15,95	3	3	—	—	—	—	—	—	1	21	6	15	—	12	—	3	—	—	33	15	18	—	15	3	—	—
			33	3,17	20,73																								
V	23 „	20.	0	5,94	16,04	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	39	18	21	—	18	3	—	—
			22	3,17	20,17																								
VI	24 „	20.	0	5,28	14,56	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	24	6	18	—	12	3	3	3
			23	4,16	16,85																								
VII	37 „	20.	0	5,42	13,15	3	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	150	48	102	—	75	18	9	3
			36	3,88	16,17																								
VIII	23 „	21.	0	5,85	11,98	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	30	15	15	—	9	3	3	—
			21	3,10	17,94																								
IX	23 „	21.	0	5,50	13,33	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3	—	—	—	—	—	—
			22	3,90	15,75																								
X	25 „	21.	0	6,06	9,81	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
			24	3,65	16,00																								
XI	43 „	24.	0	4,79	7,67	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	—	—	—	—	300	33 + 252[1]	15	—	15	—	—	—
			42	4,20	17,11																								
XII	8½ „	22.	0	6,05	7,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	810	x + 774[1]	36	24	12	—	—	—
			8	6,01	7,16																								
XIII	60½ „	23.	0	4,93	7,25	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	15	—	3	3	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			59½	5,28	12,02																								
XIV	93 „	23.	0	4,10	7,32	—	—	—	—	—	—	—	—	57	12	45	—	27	15	3	—	972	720	252	33	192	18	9	33
			92	4,44	16,33																								
XV	36 „	24.	0	5,07	7,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	30	—	—	—	—	—	—
			35	3,30	11,82																								
XVI	21½ „	24.	0	6,77	10,88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	12	6	6	—	6	—	—	—
			20	3,86	15,43																								
XVII	21 „	25.	0	6,28	14,34	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	27	3	24	—	21	3	—	—
			20	4,20	16,62																								
					Summe	10	6	—	—	—	—	—	—	6	103	18	78	3	42	18	15	—	11	2482	1944	537	57	399	54	27	48

[1]) Leere oder halbleere Hüllen.

Mai 1911. **Tabelle 15.**

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Pleuronectes platessa*								*Gadus morrhua*							
						Eier							Larven	Eier							Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep	Ea	
O. I	19 m	16. V.	0 18,5	11,44 5,13	14,00 17,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
II	25 „	16.	0 24	11,81 3,76	15,35 18,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	23 „	16.	0 22	10,89 3,88	13,35 18,66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	33 „	17.	0 32	10,85 3,29	13,86 21,06	3	—	3	—	—	—	3	—	—	6	—	6	—	3	—	3	—	—
V	24 „	17.	0 23	11,50 3,68	14,16 19,99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	23 „	17.	0 22	11,48 4,54	12,25 17,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VII	37 „	17.	0 36	9,17 4,61	9,04 26,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	3	3	—	—	—
VIII	21 „	18.	0 20	8,00 4,68	8,96 17,70	—	—	—	—	—		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
IX	20 „	18.	0 19½	7,43 4,42	7,86 15,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X	26 „	18.	0 25	7,96 4,32	7,76 15,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	24½ „	18.-19.	0 23½	8,41 7,24	7,29 7,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	35 „	19.	0 34	9,17 6,85	7,43 8,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	44 „	19.	0 43	8,72 3,88	7,29 16,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	31 „	19.	0 30	8,85 5,76	7,32 8,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XII	8 „	19.	0 7,5	10,20 10,20	7,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIII (10)	60 „	19./20.	0 58	8,60 4,89	7,18 12,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	73 „	24.	0 72	7,30 3,98	7,07 13,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	—
12	103 „	23.	0 100	6,25 5,12	7,02 11,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIV	95 „	24.	0 93	8,24 3,96	7,21 15,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	30	—	9	9	12	—	—
XVI	22 „	25.	0 21	10,60 5,53	7,97 17,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	20 „	25.	0 19	12,50 5,98	12,95 17,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					Summe	3	—	3	—	—	—	3	—	—	47	—	45	—	18	12	15	—	—

Mai 1911. **Tabelle 15.**

Pleuronectes flesus + *Pl. limanda*								*Pleuronectes flesus*								*Pleuronectes limanda*								*Clupea sprattus*								Station
Eier							Larven	Eier							Larven	Eier							Larven	Eier							Larven	
zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						
		alle	u	K	Ej	Ep				alle	u	K	Ej	Ep				alle	u	K	Ej	Ep				alle	u	K	Ej	Ep		
3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—	51	24	27	—	21	—	6	—	I
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	II
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	III
33	6	27	—	18	6	3	—	21	6	15	—	12	3	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—	153	15	138	—	123	12	3	—	IV
21	3	18	—	18	—	—	—	6	—	6	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	3	21	—	21	—	—	—	V
15	9	6	—	6	—	—	—	15	9	6	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87	6	81	—	42	27	12	—	VI
84	—	84	—	66	18	—	3	9	—	9	—	9	—	—	—	18	—	18	—	12	6	—	3	12	—	12	—	3	6	3	3	VII
6	3	3	—	3	—	—	—	6	3	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	33	—	18	9	6	—	VIII
3	—	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	3	—	—	IX
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	XII
—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	XIII(10)
27	12	15	—	9	3	3	9	9	3	6	—	3	3	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	6	—	—	—	II
6	3	3	—	3	—	—	6	6	3	3	—	3	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	36	9	27	—	12	6	9	—	12
234	54	180	—	156	24	—	63	147	30	117	—	102	15	—	63	3	—	3	—	3	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	XIV
6	—	6	—	6	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	12	—	—	3	9	—	XVI
3	—	3	—	3	—	—	—	3	—	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	6	39	—	18	12	9	9	XVII
463	90	351	—	288	54	9	105	222	54	168	—	147	21	—	102	27	—	27	—	15	12	—	3	467	63	402	—	267	78	57	12	

Station	Tiefe	Datum	Hydrographische Beobachtungen			*Gadus morrhua*								*Pleuronectes flesus* + *Pl. limanda*								*Pleuronectes flesus*								*Pleuronectes limanda*								*Clupea sprattus*							
						Eier							Larven	Eier							Larven	Eier						Larven	Eier						Larven	Eier						Larven
			in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt ‰	zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					zusammen	tote	lebende						zusammen	tote	lebende					
								alle	u	K	Ej	Ep	Ea			alle	u	K	Ej	Ep				alle	u	K	Ej	Ep			alle	u	K	Ej	Ep			alle	u	K	Ej	Ep	
O. 1	20 m	20. VI.	0	15,03	12,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			19	8,59	16,42																																						
II	24 „	20.	0	15,51	12,74	—	—	—	—	—	—	—	—	33	3	30	—	3	9	18	21	—	—	—	—	—	—	—	3	33	3	30	—	3	9	18	18	48	3	45	—	18	6	21	15
			23	7,27	18,98																																						
III	21 „	20.	0	15,09	12,94	1	—	—	—	—	—	—	—	111	9	102	3	21	51	27	—	1	—	—	—	—	—	—	—	111	9	102	3	21	51	27	—	120	57	63	9	15	12	27	—
			19½	6,89	19,63																																						
IV	33 „	20.	0	14,92	13,10	—	—	—	—	—	—	—	—	630	108	522	—	300	138	84	3	6	—	6	—	6	—	—	—	408	51	357	—	210	93	54	3	261	108	153	9	123	6	15	6
			32	6,81	24,92																																						
V	22 „	20.	0	14,19	13,59	—	—	—	—	—	—	—	—	63	18	45	—	33	9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	6	21	—	15	6	—	—	24	6	18	—	18	—	—	6
			21	7,45	18,89																																						
VI	21 „	21.	0	14,11	9,58	1	—	—	—	—	—	—	—	159	12	147	—	144	3	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	141	12	129	—	126	3	—	3	174	18	156	—	138	12	6	—
			20	8,00	26,38																																						
VII	30 „	21.	0	14,31	9,31	—	—	—	—	—	—	—	—	54	3	51	—	42	6	3	15	1	—	—	—	—	—	—	—	30	3	27	—	18	6	3	15	99	30	69	—	42	15	12	6
			29	6,80	28,73																																						
VIII	23 „	21.	0	15,15	10,50	—	—	—	—	—	—	—	—	123	9	114	—	75	21	18	12	18	—	18	—	12	3	3	—	24	3	21	—	12	3	6	12	21	9	12	—	6	6	—	—
			22	6,97	18,86																																						
IX	20 „	21.	0	14,95	8,50	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—	6	—	63	21	42	12	18	3	9	9
			19	9,55	16,64																																						
X	28½ „	24.	0	14,80	7,43	—	—	—	—	—	—	—	—	21	3	18	—	9	6	3	1	18	3	15	—	6	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	93	24	69	15	36	6	12	1
			27½	9,56	16,35																																						
XI	43 „	22.	0	13,07	7,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	6	6	—	3	—	3	6
			42	10,91	11,87																																						
XII	8 „	22.	0	15,67	7,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	1
			7½	14,83	7,16																																						
XIII	61 „	22.	0	12,80	7,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	—	—	3	—
			59	4,72	12,16																																						
XIV	93 „	23.	0	12,17	7,20	96	24	72	3	51	3	12	3	261	108	153	3	60	27	63	3	3	3	—	—	—	—	—	—	129	57	72	—	24	12	36	3	63	30	33	—	27	6	—	—
			91	3,88	16,04																																						
		Summe				98	24	72	3	51	3	12	3	1461	273	1188	6	687	270	225	58	49	6	39	—	24	9	6	3	909	144	765	3	429	183	150	55	990	315	675	45	450	72	108	50

V. Betrachtung der Fangergebnisse.

Die in den Tabellen dargestellten Fangergebnisse seien im folgenden noch einmal nach den einzelnen Spezies gesondert im Vergleich mit den Ergebnissen früherer Untersuchungsjahre in aller Kürze diskutiert. Zu meinem größten Bedauern gestattet die mir zur Verfügung stehende kurze Zeit es nicht, viel mehr als eine kurze Übersicht zu geben. Die vorliegende Arbeit bringt also im wesentlichen nur einen Überblick über das gefundene Material, das noch einer weiteren Bearbeitung bedarf. Da diese aber von anderer Seite geliefert werden wird, erschien es zweckmäßig, die vorliegenden Fangergebnisse schon jetzt erscheinen zu lassen.

Insgesamt wurden auf den 7 Fahrten 237 Fänge gemacht und dabei an Eiern 23176, an Larven ca. 2960 erbeutet. Quantitative Fänge wurden 114 gemacht. Sie brachten 10832 Eier, jeden Fang auf 1 qm Oberfläche berechnet. Bei Berücksichtigung aller Fänge verteilen sich diese Eier wie folgt auf die einzelnen Spezies:

Tabelle 17: Fangergebnisse.

Spezies	alle	tote Eier	% tote
Scholle	4465	1331	30 %
Dorsch	2495	408	16 %
Flunder-Kliesche . .	12706	5619	44 %
Sprott	2406	380	13 %
Seequappe	1104	97	8,8 %
Summe .	23176	7835	33,8 %

Apstein weist in seinem Bericht auf den hohen Prozentsatz abgestorbener Eier im Untersuchungsgebiet hin. Er hält sie alle für unbefruchtet und findet, daß bei

der Scholle etwa $^1/_4$ (28,4 %),
bei Flunder-Kliesche $^1/_5$ (20,6 %),
beim Dorsch $^1/_8$ (12,8 %),
beim Sprott $^1/_3$ (31,9 %)

aller Eier tot ist. Von Scholle, Flunder, Dorsch und Sprott fanden sich die meisten toten Eier an der Oberfläche schwebend. Die toten Eier der Kliesche hielten sich mehr in der Tiefe.

In diesem Jahre erhielt ich 7835 tote Eier, d. h. 33,8 %. Flunder und Kliesche hatten die meisten toten Eier; fast die Hälfte aller Eier war abgestorben. Bei Scholle und Dorsch war das Verhältnis von lebenden zu toten Eiern ganz ähnlich wie 1909, Sprott stellte sich dagegen wesentlich günstiger. Nur 13 % aller Eier waren tot (gegen fast 32 % von 1909). Berücksichtigen wir aber nur die Eiernetzfänge, so waren auch von Sprotteiern ca. 26 % tot. Bei Scholle und Dorsch stellt sich der Prozentsatz der toten Eier dann genau ebenso wie bei Berücksichtigung aller Fänge, bei Flunder-Kliesche etwas höher. *Onos cimbrius* zeigte die wenigsten toten Eier, 8,8 %.

Die Bedingungen sind nun in den einzelnen Teilen der Ostsee sehr verschiedene. Es seien daher westliche Beltsee, östliche Beltsee und eigentliche Ostsee einmal getrennt betrachtet. (Tabellen s. umstehend.)

Diese Zahlen zeigen deutlich die gewaltige Zunahme der toten Eier in den östlichen, salzärmeren Gebieten der Ostsee. Könnten wir die dort zu Boden sinkenden Eier mitberücksichtigen, so würde aller Wahrscheinlichkeit nach der Prozentsatz der toten Eier noch stark zunehmen. Andererseits ist zu erwarten, daß derselbe in der Nordsee sehr klein ist. Leider liegen darüber noch keine Untersuchungen, die wir zum Vergleiche heranziehen könnten, vor.

Die Dorscheier verhalten sich ein wenig anders. Für diese weist die westliche Beltsee einen auffallend hohen Prozentsatz toter Eier auf.

Tabelle 18: Scholle.

Monat	Westliche Beltsee		Östliche Beltsee		Ostsee	
	alle	tote	alle	tote	alle	tote
Dezember . . .	66	30	42	9	1	—
Januar	235	91	221	72	33	3
Februar	2272	734	1091	264	72	58
März	162	25	234	33	17	6
April	12	6	4	—	—	—
Mai	3	—	—	—	—	—
Summe .	2750	886	1592	378	123	67
	ca. 32 %		24 %		54,5 % tot.	

Tabelle 19: Flunder und Kliesche.

Monat	Westliche Beltsee		Östliche Beltsee		Ostsee	
	alle	tote	alle	tote	alle	tote
Februar	94	14	1	—	17	9
März	678	174	196	35	2495	1167
April	691	164	104	46	5139	3446
Mai	162	20	23	3	730	161
Juni	1608	166	261	80	507	134
Summe .	3233	538	585	164	8888	4917
	16,6 %		28 %		55 % tot.	

Tabelle 20: Sprott.

Monat	Westliche Beltsee		Östliche Beltsee		Ostsee	
	alle	tote	alle	tote	alle	tote
Mai	446	78	53	—	133	37
Juni	1238	91	408	122	128	52
Summe .	1684	169	461	122	261	89
	10 %		26,5 %		34,1 % tot.	

Tabelle 21: Dorsch.

Monat	Westliche Beltsee		Östliche Beltsee		Ostsee	
	alle	tote	alle	tote	alle	tote
Januar	20	7	—	—	—	—
Februar	1401	232	40	7	49	14
März	379	75	77	4	3	—
April	48	9	3	2	121	15
Mai	16	1	3	—	129	8
Juni	8	4	—	—	198	30
Summe .	1872	328	123	13	500	67
	17,5 %		10,6 %		13,4 % tot.	

Vergleichen wir die Laichperiode 1910/11 mit der von 1908/09, so finden wir in diesem Jahre fast durchweg ein früheres Einsetzen des Laichens, ein früheres Erreichen der Hoch-Zeit und ein früheres Nachlassen. Bei vielen Spezies wurde eine höhere Gesamteizahl erreicht, bei einzelnen aber auch weniger. Näheres besagen die Tabellen und die folgenden Ausführungen.

a) *Pleuronectes platessa* L.

1. Dezemberfahrt.

Unsere erste Fahrt, die im Dezember, brachte schon Scholleneier und zwar in der westlichen Ostsee, mit Ausnahme der vor der Kieler und Eckernförder Bucht liegenden Stationen I und II und der nördlichsten Station im Kleinen Belt, O. V, von allen Stationen. Insgesamt wurden 93 Eier gefangen oder wenn man an Orten, wo mit dem Eiernetz keine, wohl aber mit den qualitativen Netzen Eier gefangen wurden, 1 auf den Quadratmeter Oberfläche rechnet, 95. Das gibt für die westliche Ostsee oder Beltsee (Ostgrenze Linie Gjedser—Darßer Ort) eine mittlere Eizahl von 8,5 pro Quadratmeter, genau die gleiche, die Apstein im Dezember 1908 erhielt. Auch die Verteilung der Eier auf die einzelnen Stationen stimmt vollkommen mit dem Befunde von 1908 überein: häufig in den mittleren, fehlend in den Randpartien der westlichen Beltsee. Nur auf Station XVI waren sie diesmal zwar vorhanden, aber nicht quantitativ bestimmbar, während Apstein sie von hier in ziemlich beträchtlicher Menge erhielt. Die meisten Eier wurden auf unserer Fahrt in der Travemünder Bucht gefunden. Von hier erhielt ich auch das älteste Ei aus der Beltsee mit 108,8 Tagesgraden. Dies hatte also bei der damals herrschenden Temperatur von ca. 4,5° eine Entwicklungsdauer von 16 Tagen hinter sich, war somit spätestens am 2. Dezember abgelegt. Bei früheren Untersuchungen wurden schon Fahrten im November gemacht und Eier gefunden. Ehrenbaum und Strodtmann fingen einige Eier zwischen Alsen und Arrö (Station IV), in der Travemünder Bucht (Station VIII) und in der Kadettrinne (X) in qualitativen Fängen, auch Apstein konnte sie im quantitativen Netz nicht feststellen. Er fand sie in einigen Exemplaren auf den Stationen VI, VII und XVI, XVII. Er berechnet daraus den Beginn der Laichzeit in der Beltsee etwa auf den 16. November.

In der östlichen Ostsee wurden von mir mit dem Eiernetz keine Eier gefangen, dagegen erhielt ich ein weit entwickeltes Ei von 138,6 Tagesgraden mit dem Scherbrutnetz aus der Bornholmtiefe. Dies war bei der Temperatur von 5° mindestens 18 Tage alt, also etwa am 2. Dezember abgelegt. Apstein berechnet für hier nach einem auf Station XIIIa gefangenen Ei die erste Eiablage auf den 10. Dezember. Es muß noch erwähnt werden, daß während unserer Dezemberfahrt von den Stationen der östlichen Ostsee nur in der Tiefe auf Station XIV ein Salzgehalt herrschte, bei dem Scholleneier überhaupt zu schweben vermochten, wenn man die unterste Grenze der Schwebefähigkeit bei 12 ‰ annimmt, was der Wirklichkeit gewiß sehr nahe kommt. Auf den anderen Stationen waren also schon aus diesem Grunde keine Scholleneier zu erwarten. Daß sie aber auch hier schon im Dezember vorkommen, zeigen die Untersuchungen von Apstein, der auf Station XI und XIII im quantitativen Netz je 1 Ei erhielt.

Hiernach ist das Resultat der bisherigen Untersuchungen in bezug auf den

Beginn der Laichzeit der Scholle:

Westliche Ostsee (Beltsee): Mitte November.
Östliche Ostsee: Anfang Dezember.

Es sei noch angeführt, daß mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß die Eier nicht am Fundorte selbst abgelegt sind. Beim Besuch der Stationen VIII und X wurde ein Strom aus Westen von der Stärke 80 cm pro Sekunde notiert, auf Station XIV aus NW. zu N. 16 cm pro Sekunde.

2. Januarfahrt.

Unsere Januarfahrt fiel ca. 8 Tage früher als die des Jahres 1909. Die erbeutete Eizahl war bedeutend geringer als damals, die Laichzeit also noch nicht so weit fortgeschritten. Wir fingen in der Beltsee nur 210 Eier, das sind 17,5 pro Quadratmeter gegen 35,3 des Jahres 1909. In der Ostsee wurden nur 48 gefangen, 9,6 pro Quadratmeter. Auf den Stationen XIII und XV waren Scholleneier quantitativ nicht nachweisbar. Der Salzgehalt betrug hier aber auch nur am Boden über 12 ‰, während er auf

LABORATORY LIBRARY

Station XIII 3 m, auf Station XV 6 m über dem Boden 10,8 ‰ betrug. Mit dem Scherbrutnetz wurde hier leider nicht gefischt. 1909 ging die Fahrt nicht bis hierher. Auf Station XIV wurden mehrere, 21 pro Quadratmeter, gefangen.

Im allgemeinen war das Laichen der Scholle im Januar in der Beltsee überall von ziemlich gleicher Intensität. Nur die sehr in Küstennähe liegenden Stationen I, II und die des Kleinen Belt lieferten sehr wenig Eier, doch wurden auch hier mit dem quantitativen Netz stets noch 1—2 gefangen. Die übrigen Stationen lieferten im Durchschnitt 26 Eier pro Quadratmeter, am meisten die Stationen XVII und III (57 und 36), dann VII, XVI und IX mit je über 20, doch ist zu berücksichtigen, daß auf den Stationen XVI und XVII 4—5 Tage später gefischt wurde als auf den ersten Stationen.

3. Februarfahrt.

Die Februarfahrt zeigte die Schollen in der Beltsee auf der Höhe des Laichens. Sie lieferte 774 Eier, das macht für 1 qm Oberfläche 64,5. Es sind dies ca. 1,7 mal so viel als im Jahre 1909. Dagegen ergaben die Eiernetzfänge der Jahre 1903—1905 noch mehr Scholleneier als die unsrigen. Ehrenbaum und Strodtmann fingen 1903 etwa 130, 1904 etwa 78 und 1905 etwa 34 Scholleneier pro Quadratmeter. Unsere Fahrt fand erst am Ende des Februar, die früheren Anfang oder Mitte desselben statt. Da nun auch Apstein im März und April nur wenig mehr Eier als im Februar, 40,8 und 42 gegen 38,1, fand und 1911 die Eizahl im März und April ganz erheblich zurückging, glaube ich bei den von Ehrenbaum-Strodtmann im Jahre 1903 erhaltenen hohen Eizahlen als Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ansehen zu müssen, daß die Hoch-Zeit des Laichens der Scholle in der Beltsee Mitte Februar ist, jedenfalls in der Regel. Unsere Fahrt fiel demnach schon etwas nach dieser Zeit.

Was nun die Fangresultate im einzelnen betrifft, so wurden mit dem quantitativen Netz die meisten Eier auf Station III und IV gefangen, 129 resp. 132 Eier pro Quadratmeter, danach auf Station VII und IX, je 117. Die übrigen Stationen bleiben bedeutend hinter diesen Zahlen zurück. Am nächsten kommt ihnen noch die Station der Lübecker Bucht (VIII) mit 66, sonst erhielt ich in der Beltsee pro Quadratmeter nur 1—45 Eier. In der Eckernförder Bucht, wo das Eiernetz keine Eier brachte, fanden sich auch nur wenige Eier im Scherbrutnetz und Oberflächenbrutnetz, 2 resp. 1. Apstein erhielt von ebendaher im Eiernetz auch nur 2 Eier, doch lieferte das Scherbrutnetz 13, das Oberflächenbrutnetz gar 70 Eier. Mit dem Brutnetz erhielt ich ziemlich bedeutende Eimengen von Station III, IX und XVII, nämlich 534, 298 und 581; auch auf den Stationen V und VIII fischte es über 100. Das Scherbrutnetz brachte die reichsten Fänge auf Station IV und IX, nämlich 155 und 154 Eier.

Bei den früheren Untersuchungen war die Verteilung der Eier eine etwas andere. 1903 wurden die meisten Eier auf unseren Stationen VII, VIII und I gefangen, nämlich 276, 172 und 144 pro Quadratmeter Oberfläche, auf den anderen, IV und X, nur wenige, 9 resp. 30. Auf den erstgenannten Stationen war die 1903 gefangene Eimenge also ca. $2^1/_2$, 3 und 5 mal höher als die ebendaselbst 1911 gefangene, auf Station IV ca. 15 mal geringer und auf Station X fast ebenso hoch. 1904 wurde auf allen Stationen fast die gleiche Zahl an Eiern gefangen, 1905 zeichneten sich Station IV und VII, wie auch in unserem Untersuchungsjahre, durch größere Eimengen aus. 1909 waren die Eier wieder einigermaßen gleichmäßig in der Beltsee verteilt.

In der eigentlichen Ostsee konnte ich im Februar nur auf den Stationen XI und XIII fischen. Als wir in die Nähe von Bornholm kamen, war das Wetter so stürmisch, daß auf Station XIV unmöglich gearbeitet werden konnte. Da wir diese jedoch ungern ausfallen lassen wollten, warteten wir einen Tag im Schutze von Bornholm auf günstigeres Wetter, doch leider vergebens. So mußte Station XIV und auch Station XV aufgegeben werden. Erst die Station XVI in der Beltsee konnte wieder bearbeitet werden.

Station XIII brachte keine Scholleneier im quantitativen Fang, mit dem Scherbrutnetz konnte auch hier des ungünstigen Wetters wegen nicht gearbeitet werden. Station XI gab 18 Eier pro Quadratmeter, im Scherbrutnetz fanden sich 54.

1903 wurden auf der Station 9 der deutschen Terminfahrten, also etwa auf unserer Station XI, 33 Scholleneier pro Quadratmeter gefangen; die übrigen Ostseestationen blieben erheblich dahinter zurück. Sie ergaben im Mittel ca. 5 Eier.

1904 war, wie auf unserer Fahrt, in der östlichen Ostsee die Eiuntersuchung durch ungünstiges Wetter sehr erschwert. Nur auf Station 11 wurden 6 Scholleneier pro Quadratmeter Oberfläche nachgewiesen.

1905 gaben Station 8 neun und Station XIV 12 Eier.

1909 fand Apstein Scholleneier ziemlich zahlreich in der Bornholmtiefe, 24 pro 1 qm.

Auch die erste Schollenlarve wurde im Februar erbeutet. Sie fand sich im Scherbrutnetzfang der Station VI. Ehrenbaum-Strodtmann und Apstein erhielten die ersten Schollenlarven auch im Februar.

4. Märzfahrt.

Im März fingen wir im Verhältnis zu den Ergebnissen des Jahres 1909 nur wenig Eier. Dies hängt jedoch wohl mit der starken Aussüßung des Wassers zusammen, von der schon oben bei der Besprechung der während der Fahrten herrschenden hydrographischen Verhältnisse die Rede war. Bei Berücksichtigung des gesamten Untersuchungsgebietes erhalten wir pro Quadratmeter Oberfläche im Mittel nur 11,7 Eier. Auf den Stationen VII—XVII war aber der Salzgehalt an der Oberfläche nirgends über 12 ‰. Für die Beltsee allein stellen sich die Verhältnisse ein wenig günstiger. Hier fanden sich im Mittel 18 Eier pro Quadratmeter, also immerhin noch ganz bedeutend weniger als im Jahre 1909, wo 40,8 Eier pro Quadratmeter nachgewiesen wurden. Die Verteilung der Eier auf die einzelnen Stationen war ähnlich wie 1909: die größte Eimenge in der Region der Stationen I—IV und VII—VIII. Station X aber, auf der 1909 sehr viele Eier gefangen wurden, brachte diesmal im Eiernetzfang nur 1 Ei.

Die Stationen V, VI, XVI und XVII gaben beide Male sehr wenige Eier.

In der östlichen Ostsee fanden wir nur Eier in der Bornholmtiefe und zwar 12 pro Quadratmeter Oberfläche. Diese waren sämtlich schon sehr weit entwickelt und mußten ein Alter von im Mittel 22 Tagen haben, also, da am 29. März gefischt, etwa vom 7. März stammen. Strodtmann fing die letzten Scholleneier aus der Bornholmtiefe im Februar, und zwar 1905 auch 12 pro Quadratmeter Oberfläche. Er erklärt diese geringe Zahl daraus, daß hier in der östlichen Ostsee die Laichzeit der Scholle zu dieser Zeit schon ihrem Ende nahe sei, da ein Zug mit der großen Kurre zeigte, daß die weiblichen Schollen in der Mehrzahl abgelaicht waren. Es wäre sehr interessant gewesen, wenn wir in unserem Untersuchungsjahre die Eizahlen der Bornholmtiefe in den Monaten Januar, Februar, März miteinander hätten vergleichen können. Es mußte aber leider diese Station, wie schon oben bemerkt, im Februar ausfallen.

Apstein fand 1909 im Februar die Eizahl höher als im März, 24 gegen 15 pro Quadratmeter. Die damalige April- und die April-Maifahrt ging nicht bis zur Bornholmtiefe. Ich fand auf den Fahrten nach März hier keine Scholleneier mehr. Nach allem scheint also der Schluß erlaubt, daß im Bornholmer Becken die Laichzeit der Scholle schon gegen Ende des März im wesentlichen beendet ist.

Larven waren im März quantitativ noch nicht bestimmbar. Die Scherbrutnetzfänge lieferten aber in einigen Fällen Larven und zwar auf Station IV zwei, auf den Stationen VIII und XVII je eine Larve. Apstein erhielt im Eiernetzfang auf Station XIV zwei Larven, also 6 pro Quadratmeter, sonst auch nur in den qualitativen Netzen.

5. Aprilfahrt.

Im April war die Laichzeit der Scholle in diesem Jahre im wesentlichen beendet. Es fanden sich bei Berücksichtigung auch der qualitativen Fänge in der Beltsee im Mittel nur 0,8 pro Quadratmeter.

Unsere Fahrt dauerte vom 19.—25. April. Im Jahre 1909 wurden im April 2 Fahrten gemacht, von denen die erste vor der unsrigen lag und vom 14.—18. April stattfand, die zweite nach der unsrigen und zwar vom 29. April bis zum 3. Mai. Das Ergebnis der ersten dieser Fahrten wich ganz gewaltig von dem unserer Fahrt ab. Sie fand in der Beltsee das Maximum der Eizahl für die ganze Untersuchungsperiode, 42 pro Quadratmeter. Schon ähnlicher war das Ergebnis der zweiten Fahrt unseren Resultaten. In der westlichen Beltsee fand sie 6,8 Eier pro Quadratmeter; davon kamen allerdings 36 Eier auf die Station III, die übrigen Stationen gaben nur 0—6 Eier. In der östlichen Beltsee wurden aber auch auf dieser Fahrt noch bedeutend mehr Eier gefunden, im Mittel 38,8.

Schollenlarven fing ich im April im quantitativen Netz nur einmal und zwar auf Station XI. Scherbrutnetz und Oberflächen-Brutnetz lieferten insgesamt 11 Larven.

6. Maifahrt.

Auf der Maifahrt erhielt ich nur ein Schollenei mit dem Eiernetz auf Station IV. Dieses hatte ein Alter von etwa 14 Tagen. Der Fang wurde am 17. Mai gemacht; das Ei mußte also um den 3. Mai abgelegt sein.

Die Maifahrt des Jahres 1909 fand wie die unsere um die Mitte des Monats statt. Sie ergab in der Beltsee eine mittlere Eizahl von 0,38 pro Quadratmeter Oberfläche gegen 0,25 unserer Fahrt. Aber auch hier handelt es sich um weitentwickelte Eier, die am Anfang des Monats abgelegt sein mußten.

Die Ehrenbaum-Strodtmannschen Untersuchungen in der Beltsee fielen früher: 1903 vom 7.—8., 1904 vom 9.—10. und 1905 vom 1.—2. Mai. Sie trafen auch nur noch vereinzelt auf Schollenei er. In der Travemünder Bucht, auf Station VIII, wurden aber am 10. Mai 1904 6 Schollenei er pro Quadratmeter Oberfläche festgestellt und 70 im Scherbrutnetz erbeutet.

Schollenlarven wurden im Mai nicht gefangen. Apstein erhielt aus der westlichen Beltsee 0,75, aus der östlichen 2,25 pro Quadratmeter. Ehrenbaum und Strodtmann fingen in der Beltsee in den Jahren 1903, 1904 und 1905 im Mittel 2,4, 2 und 3,4 pro Quadratmeter.

7. Junifahrt.

Im Juni wurden weder in diesem Jahre noch 1909 Schollenei er gefunden. Die Laichzeit der Scholle hat also mit dem Mai ihr Ende erreicht.

Überblicken wir noch einmal kurz den diesjährigen Verlauf der Laichzeit der Scholle in der Beltsee. Von Dezember bis Januar steigt die mittlere Eizahl auf das Doppelte, von da an aber ganz gewaltig bis zum Februar, um schon hier den Höhepunkt zu erreichen. Im März ist die Eizahl wieder bis auf die Höhe des Januar zurückgegangen, im April sinkt sie weiter und im Mai werden nur noch ganz vereinzelt Schollenei er gefangen.

1909 stieg die mittlere Eizahl in der Beltsee von Dezember bis Januar viel bedeutender als in unserem Jahre, hielt sich dann bis zum April auf ziemlich gleicher Höhe, um im Mai ganz enorm zu sinken. Es findet sich hier also kein so ausgeprägtes Maximum wie auf unseren Fahrten. Die ganze Periode von Januar bis April wäre als Hoch-Zeit des Laichens zu bezeichnen. Die untenstehende Tabelle illustriert das Verhalten der Scholle in den beiden Jahren näher.

Tabelle 22:

Mittlere Eizahlen für Scholle in der Beltsee.

Monat	1908/1909	1910/1911
November	+	?
Dezember	8,5	8,5
Januar	35,3	17,5
Februar	38,1	64,5
März	40,8	18
April	42 (20,3)	0,8
Mai	0,38	0,25
Juni	0	0

b) *Pleuronectes flesus* L. + *Pleuronectes limanda* L.

Es ist schon von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen worden, daß Flunder- und Kliescheneier nur in den extremen Größen mit Sicherheit zu unterscheiden sind. Die Größenangaben von Ehrenbaum haben auch bei meinen Untersuchungen die Grundlage für die Unterscheidung gebildet. Ich setze die kleine Tabelle, die ich schon oben im Abschnitte über die Bestimmung der Eier anführte, der Übersichtlichkeit halber hier noch einmal her.

Tabelle 23: Größe der Eier von Flunder und Kliesche.

	Westliche Ostsee		Östliche Ostsee	
	Kliesche	Flunder	Kliesche	Flunder
Mai	0,85—0,95	1,05—1,27	1,01—1,07	1,20—1,38
August	0,78—0,90		0,97—1,20	

Die Zahlen stellen die Eidurchmesser in Millimetern für die angegebenen Monate und Meeresabschnitte dar. Es sei nebenbei noch darauf hingewiesen, daß die starke Größenzunahme der Eier in der östlichen Ostsee auch beim Dorsch auffallend hervortritt. Sie wird mit der Abnahme des Salzgehaltes in Beziehung gebracht.

Aus den Fängen von Februar bis April habe ich nur von wenigen der zu dieser Gruppe gehörenden Eier die Maße notiert. Es handelt sich in diesen Monaten aber sicher in der Hauptsache um Flundereier, im Februar und März wohl ausschließlich, wie aus den unten zusammengestellten Messungen hervorgeht. Jedenfalls habe ich in den beiden letztgenannten Monaten mit Bewußtsein keine Kliescheneier gesehen. Ich kann allerdings nicht mit aller Sicherheit behaupten, daß keine vorhanden waren; dazu war die Zahl der gemessenen Eier im Verhältnis zu der Gesamtmenge der gefangenen Eier viel zu gering.

Tabelle 24: Flunder-Kliesche-Eier im Februar.

Station und Netz	IV Scherbrutnetz		VII Scherbrutnetz		III Scherbrutnetz		III Oberfl.-Brutnetz	
Eizahl	13		4		8		10	
	mm	Anzahl	mm	Anzahl	mm	Anzahl	mm	Anzahl
Flunder	1,07	1	1,07	3	1,19	1	1,07	1
	1,10	1	1,24	1	1,24	6	1,10	1
	1,12	4			1,26	1	1,12	2
	1,15	4					1,14	3
	1,24	3					1,15	2
							1,22	1

Wir haben es also hier durchgehend mit Flundereiern zu tun. Ähnliches ergeben die im März ausgeführten Messungen.

Tabelle 25: Flunder-Kliesche-Eier im März.

Station und Netz	VIII Scherbrutnetz		XI Scherbrutnetz	
Eizahl	12		12	
	mm	Anzahl	mm	Anzahl
Flunder	1,07	1	1,15	1
	1,12	1	1,17	3
	1,15	1	1,21	4
	1,21	5	1,22	1
	1,24	4	1,24	2
			1,26	1

Im April waren der Größe nach einige Eier sicher als Kliescheneier bestimmbar. Ich gebe das Resultat einiger Messungen hier an.

Tabelle 26: Flunder-Kliesche-Eier im April.

	Station und Netz	VII Eiernetz	VII Scherbrutnetz
	Eizahl	51	37
	Größe in mm	Anzahl	Anzahl
Kliesche	0,85	—	—
	0,87	—	—
	0,89	1	—
	0,91	1	1
	0,92	—	—
	0,94	—	1
Kliesche-Flunder	0,96	—	1
	0,98	—	2
	0,99	2	—
	1,01	1	1
	1,03	—	4
	1,05	1	1
Flunder	1,07	6	10
	1,08	2	3
	1,10	2	2
	1,12	9	3
	1,14	13	2
	1,15	3	2
	1,17	4	—
	1,19	1	1
	1,21	1	—
	1,22	1	—
	1,24	3	2
	1,26	—	1

Wir finden also als Zusammensetzung der Fänge von Station VII:

	Eiernetz	Scherbrutnetz
Kliesche	2	2
Kliesche oder Flunder	4	9
Flunder	45	26

Die Fänge hatten also folgende prozentische Zusammensetzung:

Eiernetzfang: 4% Kliesche, 6% unsicher, 90% Flunder.
Scherbrutnetzfang: 5,4% Kliesche, 24,6% unsicher, 70% Flunder.

Ferner habe ich noch 138 Eier dieser Gruppe aus der Bornholmtiefe gemessen, von denen 3,6% sicher als Kliescheneier bestimmbar waren.

Nehmen wir aus diesen Zahlen, nachdem die unsicheren Eier den sicher bestimmten entsprechend auf Kliesche und Flunder verteilt sind, das Mittel, so erhalten wir für die Zusammensetzung der Aprilfänge 94,3% Flunder- und 5,7% Kliescheneier. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, daß diese Zahlen durch Messung der Eier von nur 2 Stationen gewonnen sind. An anderen Stationen kann der Fang eine ganz andere Zusammensetzung gehabt haben. Die hiernach gewonnenen Teilzahlen sind also entsprechend unsicher.

Von Mai an liegen uns sicherere Resultate vor. Ich habe auf diesen letzten Fahrten sämtliche Eier gemessen und nach der oben angegebenen kleinen Tabelle der Größenverhältnisse soweit wie angängig auf die beiden Spezies verteilt. In der westlichen Ostsee sind also alle Eier dieser Gruppe mit einem Durchmesser von 0,85—0,95 mm als Klieschen, von 1,05—1,27 mm als Flundereier und die dazwischen liegenden als unsicher bezeichnet worden. Mit den Eiern aus der östlichen Ostsee ist entsprechend verfahren.

Versuchen wir nun, uns ein Bild von dem Verlauf der Laichzeit von Flunder und Kliesche zu entwerfen.

Insgesamt wurden in den Monaten Februar bis Juni mit dem Eiernetz (pro qm gerechnet) 6504 Eier dieser Gruppe gefangen, die sich auf die einzelnen Monate wie folgt verteilen:

Tabelle 27.

Monat	Flunder + Kliesche	Flunder	Kliesche
Februar	33	33	—
März	2067	2067	—
April	2481	?	?
Mai	462	222	27
Juni	1461	45	909

In den beiden letzten Rubriken ist die Zahl der Eier angegeben, die sicher als von Flunder oder Kliesche stammend erkannt werden konnten.

Für die Monate April bis Juni sind die Eier der Gruppe Flunder-Kliesche im Verhältnis der sicher bestimmten auf die beiden Spezies zu verteilen. Die prozentische Zusammensetzung der Fänge in diesen Monaten ist wie folgt:

April: 94,3% Flunder, 5,7% Kliesche.
Mai: 89,2% Flunder, 10,8% Kliesche.
Juni: 4,7% Flunder, 95,3% Kliesche.

Wenn ich hiernach die Eier verteile, so erhalte ich:

Tabelle 28.

	Flunder	Kliesche
Februar	33	—
März	2067	—
April	2340 (1372)	141 (33)
Mai	412	50
Juni	69	1392
Summe . .	4864 (3896)	1583 (1475)

In den für April angegebenen Zahlen sind die im Gebiete der Oderbank gefundenen, äußerst zahlreichen Hüllen mit eingerechnet. Lasse ich diese fort, so erhalte ich die in Klammern angeführten Zahlen. Schon diese rohe Übersicht zeigt, daß die Höhe der Laichzeit für Flunder auf März-April, für Kliesche auf Juni oder noch später fällt, wenn man das ganze Gebiet der Fahrten rechnet. Wegen der in der Ostsee

in den einzelnen Teilen herrschenden äußerst verschiedenen Bedingungen erscheint es aber notwendig, diese in einzelne Teilgebiete zu zerlegen. Um einen direkten Vergleich mit den Apsteinschen Resultaten zu ermöglichen, werde ich die drei Abschnitte: westliche Beltsee, östliche Beltsee und eigentliche Ostsee, getrennt behandeln. Die westliche Beltsee umfaßt das Gebiet der Stationen I—VII und XVII, die östliche Beltsee das der Stationen VIII—X und XVI. Das Gebiet der übrigen Stationen sei als Ostsee bezeichnet. Für diese einzelnen Teile erhalten wir die folgenden Eimengen, wenn wir an Orten, wo im Eiernetz keine Eier erbeutet wurden, wohl aber in den qualitativen Netzen, ein respektive (wenn über 10 gefangen) zwei Eier pro Quadratmeter Oberfläche rechnen. Die leeren Hüllen sind dabei weggelassen.

Tabelle 29.

	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee	Ostsee
Februar	26 (8)	1 (4)	13 (2)
März	546 (8)	60 (4)	1466 (5)
April	324 (8)	46 (4)	1084 (5)
Mai	159 (8)	16 (4)	288 (9)
Juni	1050 (7)	150 (3)	261 (4)

Verteilen wir nun diese Zahlen nach der oben angegebenen prozentischen Zusammensetzung der April- bis Junifänge auf die beiden Arten und beziehen sie auf 1 Quadratmeter Oberfläche durch Division mit der Anzahl der befischten Stationen (diese ist in obiger Tabelle den Eizahlen in Klammern beigefügt), so erhalten wir folgendes Bild der Laichzeit.

Tabelle 30.

	Flunder			Kliesche		
	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee	Ostsee	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee	Ostsee
Februar	3,25	0,25	0,65			
März	68,25	15	293,2			
April	38,2	10,8	204,4	2,3	0,7	12,4
Mai	17,8	3,6	28,5	2,1	0,4	3,5
Juni	7	2,4	3	143	47,6	62

Diese Tabelle kann nicht in allen Teilen Anspruch auf unbedingte Genauigkeit machen. Einmal ist, wie schon oben gesagt, die prozentische Zusammensetzung der Aprilfänge wegen der zu geringen Zahl der Messungen unsicher, zum andern hätte diese in allen Monaten für die drei Meeresabschnitte getrennt nach den dort gefangenen sicher bestimmbaren Eiern berechnet werden müssen. Auch eine Berechnung unter Berücksichtigung der Meeresflächen wäre wohl wünschenswert gewesen. Die Ostsee besonders hätte noch in weitere Unterabteilungen geteilt werden müssen, da die dort herrschenden Bedingungen noch zu verschiedene sind. Dies im einzelnen durchzuführen, dazu fehlte mir leider die Zeit. Für unsere Zwecke reicht aber unsere Tabelle auch im wesentlichen aus. Jedenfalls ist sie besser als keine.

Vergleichen wir einmal den Verlauf der Laichzeit in diesem Jahre mit dem des Jahres 1909. Der Einfachheit halber sei die Apsteinsche Tabelle hier wiederholt.

Tabelle 31.

Monat	Flunder		Kliesche	
	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee
2	0,2	—	—	—
3	2,1	1,3	—	—
4	96,8	64,1	—	—
4—5	82	161	34	67
5	86,4	26,2	26,6	8
6	13,6	21,8	48,9	24,8
8	—	—	0,5	6,8

Im ganzen sehen wir, daß das Laichen der Flunder in diesem Jahre früher begann, früher seinen Höhepunkt erreichte und früher nachließ. Es hatte auch, vornehmlich in der östlichen Beltsee, bei weitem nicht die Intensität des Jahres 1908/9. Dies sind die wesentlichsten Unterschiede der beiden Jahre. Ein deutliches Maximum können wir für März in allen drei Teilen der Ostsee konstatieren, dann ein langsames Abfallen bis April und ein schnelleres bis Mai und Juni. In der östlichen Beltsee beginnt das Laichen ein wenig später, doch wurden im Gegensatz zu 1909 auch hier schon im Februar Flundereier gefangen. (Man muß aber berücksichtigen, daß die Februarfahrt 1909 vom 6. bis 23. stattfand, während unsere erst am 27. Februar begann.) Zur gleichen Zeit wie in der westlichen Beltsee erreicht es sein Maximum und läßt in gleicher Weise wie dort nach. In der Ostsee beginnt es zu gleicher Zeit wie in der östlichen Beltsee, steigt dann bis zum März enorm an, hält sich weiter bis zum April fast auf der gleichen Höhe und sinkt dann ganz gewaltig bis Mai und Juni.

Für die Kliesche finden wir in auffallender Übereinstimmung mit 1909 in der westlichen Beltsee für April und Mai eine fast gleiche Eizahl, in der östlichen Beltsee und vor allem in der eigentlichen Ostsee im April eine höhere als im Mai. Im Juni ist in allen drei Gebieten eine ganz bedeutende Steigerung der Eizahl gegen Mai bemerkbar, um das 20—120fache. Apstein hat auch noch im August fischen können, aber nur wenig Eier gefunden. Da seine Zahlen für Juni ganz bedeutend niedriger sind als die unsrigen, werden wir annehmen können, daß unsere Junifahrt die Hoch-Zeit des Laichens der Kliesche getroffen hat.

Es sei nun noch auf die Verteilung der Eier dieser Gruppe auf die einzelnen Stationen näher eingegangen.

1. und 2. Dezember- und Januarfahrt.

Auf den ersten beiden Fahrten wurden keine Eier dieser Gruppe gefunden.

3. Februarfahrt.

Schon auf der Februarfahrt erhielt ich, die Eiernetzfänge auf 1 qm berechnet, 112 Flundereier. Bei weitem die Hauptmenge wurde von der westlichen Beltsee geliefert; aus der östlichen Beltsee bekam ich nur 1 Ei im Scherbrutnetz auf Station VIII in der Travemünder Bucht. Die Ostsee lieferte 17 Eier; 5 im Scherbrutnetzfang von Station XI und 12 im Eiernetzfang von Station XIII. In der westlichen Beltsee waren die Eier am häufigsten auf den Stationen III, IV und V. Der Brutnetzfang der letzten Station war der größte Fang der Februarfahrt. Er brachte 15 Eier. Dann folgte der Scherbrutnetzfang von Station 4 mit 13 Eiern. Auf Station III enthielt der Brutnetzfang 10 und der Scherbrutnetzfang 8 Eier. Das waren die stärksten Fänge; die übrigen blieben mehr oder weniger dahinter zurück.

Apstein erhielt auf der Februarfahrt 1909 nur 1 Flunderei im Scherbrutnetz auf Station VII. Ehrenbaum und Strodtmann fingen 1903 ebenda im großen Vertikalnetz 1 Flunderei und auf Station 6 des Schnittes Trelleborg-Saßnitz 2 im Brutnetz. Auf Station VIII fingen sie ein als Kliesche bezeichnetes

Ei. Aus dem Jahre 1904 erwähnt Strodtmann 2 Kliescheneier von Station VII im Fehmarnbelt, 1905 keine Eier dieser Gruppe. Diese Fahrten fanden aber sämtlich zu Anfang oder um die Mitte des Monats Februar statt, was bei Bewertung der Funde berücksichtigt werden muß.

4. Märzfahrt.

Die Märzfahrt brachte insgesamt in den quantitativen Fängen 2067 Eier, von denen aber 1461 allein auf die Bornholmtiefe kommen. Hier war ein ungemein hoher Prozentsatz tot, ca. 70%. Ganz bedeutend günstiger als im Eiernetzfang stellte sich das Verhältnis von lebenden zu toten Eiern im Tiefenfang. Dieser brachte insgesamt 989 Eier und 105 von diesen, also 10,6%, waren tot. Ähnlich war es 1909. Von den 1362 im Eiernetz gefangenen Eiern waren 786, das sind etwa 42%, tot, von den im Scherbrutnetz gefangenen jedoch nur 12,3%. Im übrigen erhielt ich aus der östlichen Ostsee im Eiernetz keine Eier dieser Gruppe, wohl aber mit Ausnahme von Station XV im Scherbrutnetz und zwar 14, 28 und 3. Hier waren verhältnismäßig viel weniger tote Eier vorhanden, von den 45 Eiern nur 3, das sind 6,7%. In der Beltsee waren auf allen Stationen Eier vorhanden und quantitativ nachweisbar. Die westliche Beltsee wies eine bedeutend höhere Eizahl auf als die östliche. In der ersteren wurden im Mittel 68, in der letzteren nur 15 Eier pro Quadratmeter Oberfläche nachgewiesen. Die größten Fänge lieferten in der Beltsee die Stationen VII und IV mit je 117 und Station VI mit 96 Eiern pro 1 qm. Dann folgte Station II mit 63 und Station V mit 60 Eiern. Die übrigen ergaben 9—33, am wenigsten Station IX.

Apstein fand 1909 zur gleichen Zeit in der Beltsee bedeutend weniger Eier. Quantitativ konnte er sie nur auf 7 von seinen 14 Stationen in der Beltsee nachweisen. Auch damals fand sich wie im vorliegenden Untersuchungsjahre eine bedeutendere Ansammlung von Eiern im Gebiete der Stationen VI und VII.

5. Aprilfahrt.

Im April war die Gesamtzahl der im quantitativen Netz gefangenen Eier ein wenig höher als im März, wenn man die zahlreichen leeren Hüllen, auf die ich weiter unten noch zurückkomme, mit einrechnet. Läßt man diese fort, so ist die Zahl der im April nachgewiesenen Eier niedriger, 1405 gegen 2067 im März.

Unter den Stationen der Beltsee zeichnet sich O. VII durch eine ganz besonders hohe Eizahl aus. Diese wies mit 150 Eiern pro Quadratmeter Oberfläche eine fast ebenso hohe Zahl auf als im April des Jahres 1909, obwohl damals die für die westliche Beltsee im ganzen nachgewiesene mittlere Eizahl bedeutend höher war als in diesem Jahre, 96,8 gegen 38,2 pro 1 qm. Eine höhere Eizahl erreichte auch 1909 in der westlichen Beltsee nur Station VI mit 237 Eiern. Wir konnten auf dieser Station im quantitativen Netz nur 24 Eier pro 1 qm nachweisen, doch wurden mit dem Scherbrutnetz auch hier zahlreiche Eier, 103, gefangen. Auf Station I wurden weder im Eiernetz, noch im Oberflächen-Brutnetz Eier gefischt. 1909 gab diese Station auch nur wenige Flundereier. Auf die übrigen Stationen der westlichen Beltsee waren die Eier ziemlich gleichmäßig verteilt. Wir fanden 20—40 pro 1 qm. Die östliche Beltsee zeigte sich besonders arm an Eiern. Station VIII wies mit 30 Eiern das Maximum auf, Station XVI brachte 12 und Station IX nur 3 Eier pro 1 qm. Auf Station X waren sie so selten, daß das Eiernetz keine fing. Nur im Scherbrutnetz erhielten wir drei.

In der Ostsee war auf Station XIV die Eizahl gegen März ziemlich beträchtlich zurückgegangen. Sie ergab aber noch 972 pro 1 qm, von denen wieder der weitaus größte Teil, ca. 74%, tot war. Das Scherbrutnetz brachte hier 1506 Eier; nur 125, also ca. 8%, waren davon tot. Station XIII gab in diesem Jahre keine Eier, auch im Scherbrutnetz nicht.

Im Gebiete der Stationen XI und XII müssen aber die Flundern im April recht intensiv gelaicht haben, obwohl die Entwicklungsbedingungen für die Eier äußerst ungünstig waren, wie aus dem Verhältnis der toten zu den lebenden Eiern hervorgeht. Auf der Oderbank erhielt ich im Eiernetz neben 36 lebenden 774 tote, im Scherbrutnetz neben 6 lebenden 1497 tote Eier. Dazu kommt noch, daß einzelne der toten Eier so zusammengefallen waren, daß sie schwer gefunden wurden und im Scherbrutnetzfang auch wohl nicht alle gefunden sind. Der Eiernetzfang wird allerdings, wie ich denke, quantitativ bearbeitet sein, da abgesehen von einem zuerst ausgesuchten sehr kleinen Anteil die Eier unter dem Zählmikroskop gezählt

wurden, wo mir schwerlich viele entgangen sein können. Bei diesen toten Eiern handelt es sich aber zu 99,9% um leere oder halbleere Hüllen (siehe Figuren) und es wäre die Frage aufzuwerfen, woher diese

Fig. 25. Tote Eier.

stammen. Die Antwort, die meiner Ansicht nach hierauf gegeben werden muß, ist schon in der Bezeichnung als „tote Eier" gegeben. Ich glaube sie für unbefruchtete oder, zum weitaus geringeren Teil, bald nach der Befruchtung zugrunde gegangene Eier halten zu müssen. Dem Eierstock entnommene und längere Zeit in einer ungenügend konservierenden Flüssigkeit aufbewahrte Eier der Flunder zeigten ein ganz ähnliches Aussehen wie diese leeren Hüllen. Viele derselben waren dicht mit Pilzen und Diatomeen besetzt. Daß es sich um Hüllen handeln sollte, aus denen die Embryonen ausgeschlüpft sind, erscheint mir äußerst unwahrscheinlich, denn auf der Oderbank wurde keine einzige Pleuronectidenlarve gefangen. Außerdem waren in einigen Hüllen noch mehr oder weniger große Reste vom Dotter nachweisbar. Daß dagegen bei einigen auf der Oderbank gefangenen Eiern die Entwicklung eingesetzt hatte, ist sicher, und auch embryonierte Eier wurden, wenn auch äußerst selten, gesehen. Von den im April im Eiernetz erbeuteten 36 lebenden Eiern waren 24 unentwickelt und 12 im Keimscheibenstadium; die 6 im Scherbrutnetz gefangenen Eier hatten bis auf eins sämtlich eine Keimscheibe. Figur 25 zeigt u. a. ein Ei von Station XII, das sich bis zum Embryo entwickelt hatte, dann aber zugrunde gegangen war. Auch auf Station XI wurden im April viele leere Hüllen gefangen. Diese zeigten noch deutlicher als die der Oderbank, daß es sich um zugrunde gegangene Eier handelte, denn es waren zahlreiche Übergänge zwischen den wohlerhaltenen toten Eiern und diesen leeren Hüllen vorhanden. Auf Station XI fand ich leere Hüllen auch noch im Juni.

Apstein (1911, pag. 259) erwähnt sie ebenfalls von der Oderbank und hat auch beobachtet, daß einige derselben dicht mit Pilzen besetzt waren.

Kurz zusammengefaßt, steht soviel als ganz sicher fest, daß Flundern im April 1911 massenhaft auf der Oderbank und in deren weiterer Umgebung gelaicht, aber so ungünstige Bedingungen getroffen haben, daß die Eier sich fast sämtlich nicht entwickeln konnten.

Worin diese ungünstigen Bedingungen bestehen, ist zurzeit nicht genügend sicher feststellbar. Daß der geringe Salzgehalt von ca. 7,15‰ dabei keine unwesentliche Rolle spielt, ist anzunehmen.

6. Maifahrt.

Im Mai ist die Gesamtzahl der Eier dieser Gruppe gegen April ganz bedeutend zurückgegangen. Kliescheneier waren bereits im April sicher nachweisbar — jetzt erscheint ihre wirkliche Zahl merkwürdigerweise wieder verringert, wenn auch im April nur 5,7%, jetzt aber fast das Doppelte, 10,8% der Gesamteimenge, als Kliescheneier zu bezeichnen sind.

In der westlichen Beltsee lieferten Station II und III keine Eier; das Maximum zeigte wieder Station VII, 84 Eier pro Quadratmeter Oberfläche; dann folgten der Reihe nach Station IV, V und VI mit 33, 21 und 15 Eiern. Auf Station I und XVII fing ich nur je 1 Ei im Eiernetz.

Die östliche Beltsee gab nur sehr wenig Eier, je 6 auf Station VIII und XVI und 3 auf Station IX. Auf Station X waren sie quantitativ nicht nachweisbar.

In der Ostsee wurden zunächst die Stationen des Schnittes Trelleborg-Arkona befischt. Keine derselben lieferte ein Ei dieser Gruppe. Auf den meisten waren aber schon wegen des geringen Salzgehaltes keine zu erwarten (vergl. Abschnitt III). Auch die Station XIII lieferte keine Eier. Station XIV gab mit 234 pro Quadratmeter die Maximalzahl, Station 11 zwischen der Stolper- und Mittelbank 27 und Station 12 in der Danziger Tiefe 6.

7. Junifahrt.

Auf der Junifahrt haben wir wahrscheinlich die Höhe der Laichzeit für die Kliesche getroffen. Insgesamt wurden 1461 Eier gefangen. Die höchste Zahl erreichte die Station IV mit 630 pro Quadratmeter, dann folgten in der westlichen Beltsee Station VI mit 159, Station III mit 111 und die Stationen V und VII mit 63 und 54 Eiern. Station II lieferte nur 33 und auf Station I wurden überhaupt keine Eier gefangen.

In der östlichen Beltsee zeigt Station VIII ein deutlich hervortretendes Maximum mit 123 Eiern pro 1 qm; die beiden andern Stationen, IX und X, bleiben bedeutend dahinter zurück. Sie gaben nur 6 resp. 21.

In der Ostsee fand ich auf den Stationen XI, XII und XIII keine Eier dieser Gruppe, auch nicht im Scherbrutnetz. Dagegen lieferte die Station XIV im Eiernetz 261 pro 1 qm, von denen wieder verhältnismäßig viel mehr tot waren als im Scherbrutnetz.

Larven von Flunder-Kliesche erhielt ich ziemlich häufig von April bis Juni. Im April waren es wohl sämtlich Flunderlarven, im Mai in der Mehrzahl Flunder, daneben wenige Klieschen, und im Juni bildeten die Klieschenlarven die Hauptmenge. Einige Flunderlarven waren auch damals noch vorhanden. Insgesamt waren es 308, davon kommen 126 auf April, 119 auf Mai und 63 auf Juni. Durch die Eiernetzfänge allein wurden 192 Larven nachgewiesen.

c) *Gadus morrhua* L.

1. Dezemberfahrt.

Auf unserer Dezemberfahrt wurden Dorscheier nicht gefunden.

2. Januarfahrt.

In der ersten Hälfte des Januar waren Dorscheier in der westlichen Beltsee schon vorhanden und auf 2 Stationen, V und VII, auch quantitativ nachweisbar. Die qualitativen Netze brachten Dorscheier noch von 2 weiteren Stationen, nämlich VI und XVII. Auf Station VII waren alle Eier tot, die übrigen waren bis auf drei, die junge Embryonen hatten, sämtlich bis zur Keimscheibe entwickelt. Das älteste Ei dieser Fahrt stammte von Station VI und hatte 52,7 Tagesgrade. Es mußte demnach bei der damaligen Wassertemperatur von 3° C etwa 8 Tage alt sein und somit, da am 12. Januar gefunden, in den ersten Tagen des Januar abgelegt sein. Apstein fand 1909 die ersten Dorscheier am 20. und 21. Januar, am häufigsten in der Region der Stationen VI und VII. In der östlichen Beltsee fischte er einzelne Eier auf Station VIII und IX. Ich habe in diesem Jahre dort keine angetroffen, und ebensowenig lieferte die eigentliche Ostsee Dorscheier.

3. Februarfahrt.

Die Zahl der in diesem Jahre während der Februarfahrt gefangenen Eier war ganz bedeutend höher als die der im Jahre 1909 im Februar gefangenen. In der westlichen Beltsee war für den Dorsch die Hoch-Zeit des Laichens schon eingetreten. Ich erhielt von den dortigen 8 Stationen allein im Eiernetz (pro Quadratmeter gerechnet) 423 Eier. Das Maximum erreichte Station VII mit 192 Eiern, dann folgten die Stationen des Kleinen Belt mit 54 und 57, weiter Station VI, III und XVII mit 30—40 und endlich, weit hinter diesen zurückbleibend, die Stationen I und II vor der Kieler und Eckernförder Bucht. Wir können also eine Abnahme der Intensität des Laichens von Norden nach Süden konstatieren. Ehrenbaum und Strodtmann fanden 1903 im Fehmarnbelt ebenfalls ein deutliches Maximum; bei den Untersuchungen von 1904 und 1905 trat keine der in der westlichen Beltsee untersuchten Stationen besonders hervor. 1909 war wieder Station VII durch besonders große Eimengen ausgezeichnet. Apstein fand hier 21 Eier pro Quadratmeter Oberfläche, während die Eiernetzfänge auf den übrigen Stationen nur etwa $^1/_3$ dieser Eimenge feststellten.

In der östlichen Beltsee waren bedeutend weniger Eier als in der westlichen Beltsee vorhanden, 5,3 gegen 53 pro Quadratmeter Oberfläche. Hier wurde die Höhe der Laichzeit im Februar noch nicht getroffen. Die größte Eizahl hatte Station XVI mit 12 Eiern pro Quadratmeter, Station VIII gab nur 3 und Station X keine Eier.

In der Ostsee erhielt ich nur von Station XI Eier, und zwar 18 pro 1 qm. Auf Station XIII waren Dorscheier nicht nachweisbar. Ehrenbaum und Strodtmann fanden im Februar 1903 einige Dorscheier auch auf ihren Stationen des Schnittes Trelleborg-Saßnitz. Strodtmann konnte sie 1904 und 1905 weder hier noch in der östlichen Beltsee nachweisen. Apstein fand 1909 ebenfalls keine.

4. Märzfahrt.

Apstein fand im März 1909 in der westlichen Beltsee nur sehr wenig Dorscheier, 3,4 pro 1 qm, in der östlichen Beltsee keine. In unserem Untersuchungsjahre war in der östlichen Beltsee die mittlere Eimenge im März noch ein wenig höher als im Februar und ganz bedeutend höher als im April. Die Eizahl in der westlichen Beltsee war gegen Februar zurückgegangen. Hier lieferte Station IV mit 96 Eiern die größte Eimenge, dann folgten die Stationen II mit 78, VII mit 39, V mit 36, VI mit 27 und I mit 12 pro 1 qm. Auf Station XVII wurden überhaupt keine gefischt.

In der östlichen Beltsee lieferte Station X die Hauptmenge (21), von da westlich nahm die Eizahl enorm ab. Auf Station XVI und VIII waren Eier quantitativ nicht nachweisbar.

In der Ostsee erhielt ich nur 1 Ei im Eiernetz aus der Bornholmtiefe; im übrigen waren hier keine nachweisbar, obwohl auf 5 Stationen gefischt wurde. 1909 hat Apstein in der Danziger Bucht fischen können und mehrere Eier sowohl im Eiernetz wie im Scherbrutnetz erhalten.

5. Aprilfahrt.

Im April sank die Eizahl in der Beltsee ganz erheblich. In dem westlichen Teile wurden insgesamt nur 27 Eier nachgewiesen gegen 297 im März; im östlichen Teile wurden mit dem quantitativen Netz Eier nirgends gefangen und mit den qualitativen Netzen auch nur 1 resp. 2 auf Station VIII. Die in der westlichen Beltsee nachgewiesenen Eier verteilen sich ziemlich gleichmäßig auf alle Stationen derselben, wenn wir Station IV ausnehmen, wo das Eiernetz 21 Eier pro Quadratmeter Oberfläche fing. 1909 wurden auf der Aprilfahrt in der Beltsee viel mehr Eier gefunden, in dem westlichen Teile derselben sogar die Maximalzahl der ganzen Laichperiode mit 18,0 pro Quadratmeter. In der östlichen Beltsee fand Apstein während seiner Fahrt von Ende April bis Anfang Mai den Dorsch auf der Höhe des Laichens. Er konnte hier 18,7 Eier pro Quadratmeter Oberfläche nachweisen.

In der Bornholmtiefe hatte im Gegensatz zur Beltsee die Eizahl gegen März bedeutend zugenommen. Das Eiernetz lieferte 57 Eier pro 1 qm. Ferner bekam ich in der Ostsee noch Dorscheier von Station XIII (15) und von Station XI (3 pro qm). Station XII und XV brachten keine Eier.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

6. Maifahrt.

Im Mai war die mittlere Eizahl in der Beltsee gegen April etwa um die Hälfte gesunken. Im quantitativen Netz brachten nur die Stationen IV und VII, in den qualitativen Netzen außerdem noch die Stationen I und VIII einige Eier.

In der Ostsee fand ich auf Station XIV mehrere Eier, 30 pro qm. Die Station 11 zwischen der Stolper- und Mittelbank lieferte 3, die übrigen (6—10, 12, XII) keine.

Ehrenbaum und Strodtmann fanden im Mai 1903, 1904 und 1905 auf den Stationen des Schnittes Trelleborg-Saßnitz sowie auf Station XIII und Station 11 nur ganz vereinzelt Dorscheier, je 1 Ei im Scherbrutnetz 1904 auf Station 9 und 1905 auf Station 11. Die Bornholmtiefe lieferte in beiden Fällen, wo sie besucht wurde, Eier, und zwar 1903 und 1905 einmal 18, dann 15 Eier. Die Danziger Bucht, die in diesem Jahre keine Eier lieferte, gab 5 resp. 12 Eier pro Quadratmeter Oberfläche. Apstein erhielt 1909 aus der Bornholmtiefe 12 Eier.

7. Junifahrt.

Auf der Junifahrt konnten in der ganzen Beltsee Dorscheier quantitativ nicht mehr nachgewiesen werden, und in qualitativen Fängen erhielt ich sie nur in wenigen Exemplaren (7 resp. 1) von den Stationen III und VI. Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse 1909. Auch die Ostsee lieferte auf den Stationen XI—XIII keine Eier mehr. Ganz anders verhielt sich Station XIV, die Bornholmtiefe. Diese erreichte in diesem Jahre erst jetzt mit 96 Eiern pro Quadratmeter das Maximum der Eizahl für die ganze Laichperiode. Es wurden hier gefangen:

Tabelle 32.

Monat	Eiernetz (pro 1 qm)	Scherbrutnetz
Januar	—	—
Februar	?	?
März	3	—
April	57	37
Mai	30	96
Juni	96	102

Die Scherbrutnetzfänge nehmen von April bis Juni kontinuierlich an Stärke zu. Die Eiernetzfänge zeigen für Mai eine auffallend geringe Zahl, im übrigen aber auch ein Zunehmen an Stärke von März bis Juni.

Die Laichzeit liegt hier also ganz bedeutend später als in der westlichen Ostsee. Apstein und Strodtmann haben noch im August in der Bornholmtiefe fischen können. Ersterer fand 42, letzterer 14 Dorscheier pro 1 qm. Im Scherbrutnetz fing Strodtmann außerdem eine sehr hohe Zahl von Eiern, nämlich 62. Nach allem muß man annehmen, daß die Hoch-Zeit des Laichens für Dorsch hier etwa im Juni ist.

Der Verlauf der Laichzeit in diesem Jahre sei hier noch einmal kurz zusammengefaßt. Die mit dem Eiernetz in Summa nachgewiesenen Eimengen sind folgende:

Tabelle 33.

Monat	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee	Ostsee
Dezember	—	—	—
Januar	11	—	—
Februar	423	21	18
März	297	26	3
April	27	1	75
Mai	13	1	33
Juni	2	—	96

Daraus ergibt sich für 1 Quadratmeter Oberfläche im Mittel:

Tabelle 34.

Monat	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee	Ostsee
Dezember	—	—	—
Januar	1,4	—	—
Februar	53	5,3	9
März	37	6,5	0,6
April	3,4	0,25	15
Mai	1,6	0,25	3,7
Juni	0,3	—	24

Die Laichzeit begann also in der westlichen Beltsee schon Anfang Januar und erreichte im Februar den Höhepunkt. Dann ließ das Laichen bis zum März ein wenig nach, sank bis zum April außerordentlich stark und allmählich weiter bis zum Juni.

In der östlichen Beltsee begann das Laichen später, erreichte im März sein Maximum, um dann schon im April und Mai fast ganz aufzuhören.

In der Ostsee sind die Mittelzahlen sehr unregelmäßig. Die Laichzeit zieht sich hier weit länger hinaus als in der Beltsee.

Verglichen mit 1909 lag also die Höhe der Laichzeit des Dorsches in diesem Jahr fast um zwei Monate früher. Die Mittelzahlen waren, vornehmlich in der westlichen Beltsee, durchweg höher.

Dorschlarven wurden vom Februar bis Mai insgesamt 78 nachgewiesen. Davon kommen auf die Eiernetzfänge aber nur 18. Ganz besonders reich an Dorschlarven war der Scherbrutnetzfang von Station VI im Februar. Dieser brachte nicht weniger als 36.

d) *Clupea sprattus* L.

Sprotteier fand ich zuerst auf meiner Maifahrt, und zwar in der westlichen Beltsee sogleich in großer Menge, z. B. auf Station IV nicht weniger als 125 pro Quadratmeter Oberfläche. Nach Station IV lieferte Station VI die Maximalzahl mit 87, dann folgte Station I mit 51, Station V mit 24 und Station VII mit 12 Eiern. Auf Station II und III habe ich keine Eier gefunden.

In der östlichen Beltsee waren sie auf Station VIII und IX quantitativ nachweisbar; die erstere brachte aber gut 10mal so viel als die zweite. Auf Station X konnte ich keine Sprotteier finden, auch nicht im Scherbrutnetz und Brutnetz.

Im Mai sind auch in den Jahren 1903 bis 1905 und 1909 in der Beltsee Untersuchungen gemacht. Apstein fischte ferner Ende April bis Anfang Mai, ohne jedoch Sprotteier zu finden. 1905 begann die Maifahrt am 1. des Monats. Auch hier wurden nur wenige Eier gefunden. Auf den Stationen I, IV, VIII und X waren sie quantitativ nicht nachweisbar, und auf Station VII fanden sich nur 12 pro 1 qm. Im Jahre 1904 war die Fahrt 8 Tage später. Damals wurden überall in der Beltsee Sprotteier im Eiernetz erbeutet, ebenso 1903. Apsteins Fahrt begann etwa, als die meine aufhörte. Sie lieferte, wie zu erwarten, auch mehr Eier, aber nur in der westlichen Beltsee. In der östlichen Beltsee ist die von mir gefundene Mittelzahl höher. Zum genaueren Vergleich stelle ich die auf den verschiedenen Fahrten für den Mai ermittelten mittleren Eizahlen in einer kleinen Tabelle hier zusammen.

Tabelle 35.

	Westliche Beltsee	Östliche Beltsee
1903	58	1,5
1904	41	7,5
1905	2,7	0,5
1909	58	0,2
1911	46,5	14

Auf der Maifahrt habe ich auch die Stationen 6—9 des Schnittes Trelleborg-Saßnitz der deutschen Terminfahrten untersucht, konnte aber auf keiner derselben Sprotteier nachweisen. Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, daß nur in der Tiefe von Station 8 der Salzgehalt über 10‰ hinausging. Ehrenbaum und Strodtmann fingen dort in jedem ihrer Untersuchungsjahre Sprotteier, doch war der Salzgehalt damals höher. Das Vorkommen der Sprotteier erweist sich hier als direkt abhängig von der Höhe des Salzgehaltes. Vornehmlich sind es die Stationen 8 und 9, die Sprotteier brachten. 1904 betrug auf Station 8 von 30 m an der Salzgehalt etwa 10‰ und der Scherbrutnetzfang brachte schon am 11. Mai die enorme Menge von 249 Eiern. Auch Station 7 lieferte im Scherbrutnetzfang mehrere (11) Eier, Station 9 dem weniger hohen Salzgehalt (10, 16‰ am Boden) entsprechend nur 1 Ei. 1905 wurde schon am 3. Mai auf diesen Stationen gefischt. Station 8 brachte im Eiernetzfang ebenso wie Station 9 nur ein Sprottei, im Scherbrutnetzfang aber 19. Station XII, die Oderbank, lieferte bei einem Salzgehalt von ca. 7‰ in diesem Jahre 16 Eier im Scherbrutnetz, die alle gesund und lebenskräftig waren. Vier derselben waren auch schon embryoniert, davon zwei dem Ausschlüpfen nahe.

Aus der Bornholmtiefe erhielt ich im Eiernetz nur wenige, 3 pro Quadratmeter, das Scherbrutnetz dagegen brachte 40. Apstein hat 1909 auf seiner Maifahrt hier keine Eier gefunden, Ehrenbaum und Strodtmann erhielten 1905 im Eiernetz 6 pro 1 qm, im Scherbrutnetz 20, 1903 im Eiernetz 9.

Die Station 11 in der Stolper Rinne ergab im Eiernetz noch mehr Eier als die Bornholmtiefe, nämlich 6 pro 1 qm. Strodtmann erhielt 1904 und 1905 hier auch fast ebenso viele Eier.

Viel mehr Sprotteier fing ich in der Danziger Tiefe auf Station 12. Der Eiernetzfang wies 36 pro Quadratmeter Oberfläche nach. Eine fast gleiche Zahl erhielt Strodtmann 1904, eine viel höhere 1903, wo etwa 153 pro 1 qm gefunden wurden. 1905 konnte er hier keine Sprotteier nachweisen.

Im Juni zeigt sich eine ganz bedeutende Zunahme der mittleren Eizahl. In der westlichen Beltsee wächst sie von 46,5 auf 104,6, in der östlichen von 14 auf 59. Station I, II und V weisen im westlichen Gebiet die geringste Eizahl auf mit 6, 48 und 24 pro Quadratmeter Oberfläche. Die Stationen IV und VI erreichen die höchsten Zahlen mit 261 und 174, dann folgen Station III mit 120 und Station VII mit 99 Eiern.

In dem östlichen Teile hat die am weitesten westlich gelegene Station VIII die geringste Eizahl, von hier nimmt diese über Station IX nach Station X ganz bedeutend zu. Erstere gab 3 mal, letztere nahezu 5 mal so viel.

Apstein fand 1909 in der westlichen Beltsee eine ganz auffallend ähnliche Verteilung der Sprotteier auf die einzelnen Stationen wie ich in diesem Jahre. Am wenigsten fanden sich auf Station I, das Maximum lag bei Alsen auf Station IV. In der östlichen Beltsee war aber ein deutliches Maximum auf Station VIII, auf Station IX waren Sprotteier in viel geringerer Anzahl und auf Station X keine.

Auch in der eigentlichen Ostsee konnten auf jeder Station Sprotteier quantitativ nachgewiesen werden. Auf Station XI erhielt ich 12, auf der Oderbank und auf Station XIII je 3. Die Bornholmtiefe ergab mit 63 Eiern pro Quadratmeter Oberfläche die Maximalzahl.

Im Juli und August habe ich nicht mehr gefischt. Apstein erhielt 1909 noch im August für die westliche Beltsee eine recht hohe Mittelzahl, 74,2 gegen 112 im Juni. Die Laichzeit des Sprott scheint sich also bis über den August hinaus hinzuziehen. Als Hoch-Zeit des Laichens haben wir wohl den Juni anzusehen.

Sprottlarven wurden insgesamt 71 gefunden und zwar 12 im Mai, 59 im Juni. Es ist möglich, daß sich unter diesen einige Heringslarven befinden, doch sicher nicht viele. Eine beträchtliche Zahl derselben war nämlich mit großer Sicherheit als Sprott zu bestimmen, da sie noch unpigmentierte Augen besaßen. Die Heringslarven schlüpfen mit pigmentierten Augen aus.

e) *Onos cimbrius* L.

Im Dezember 1910 und im Januar 1911 wurden noch keine Eier der Seequappe gefangen, 1909 erhielt Apstein ein totes Ei auf Station IX und eine Larve auf Station VI.

Im **Februar** wurden mit den qualitativen Netzen Eier auf den meisten Stationen nachgewiesen. Von den 61 gefangenen Eiern waren die meisten im Keimscheibenstadium, 8 hatten junge Embryonen, nur 1 einen älteren Embryo und 6 waren tot. Die Stationen II, VI, VII, XI und XIII brachten keine Eier. Auf

Station IX waren sie quantitativ nachweisbar. Ehrenbaum und Strodtmann fanden 1903 ein Ei in der Travemünder Bucht und 5 auf dem Stollergrund, 1904 mehrere auf Station I und IV, 1905 nur auf Station IV. Quantitativ konnten sie sie nirgends nachweisen, ebenso Apstein 1909 nicht.

Im **März** war die Zahl der Eier in der Beltsee bedeutend höher als im Februar, in der Ostsee wurden jedoch keine gefunden. Quantitativ konnten sie auf den Stationen II—IV, VI, VIII, X und XVII bestimmt werden. Die höchste Zahl lieferte Station II mit 54 Eiern und Station XVII mit 21 pro Quadratmeter Oberfläche. Auf Station IV wurde im Scherbrutnetz eine Larve gefangen. 1909 waren die Eier in der östlichen Beltsee viel häufiger als in der westlichen. Hier wurden sie mit dem Eiernetz nur auf Station III erbeutet. Außerdem lieferte die Danziger Bucht einige Eier.

Im **April** war die Hoch-Zeit des Laichens erreicht. Auf allen Stationen der Beltsee wurden Eier im Eiernetz gefangen und auch in der Ostsee mit Ausnahme der Stationen XII und XV. Hier waren sie aber bedeutend seltener als in der Beltsee, wo sie im allgemeinen ziemlich gleichmäßig auf alle Stationen verteilt waren. Am häufigsten fand ich sie in dem Gebiet der Stationen VII, VIII und IX. Auf den beiden ersten Stationen wurden je 27, auf der letzten 42 Eier nachgewiesen. Apstein fand 1909 die Hoch-Zeit des Laichens in der östlichen Beltsee erst Ende April bis Anfang Mai, in der westlichen Beltsee sogar erst nach Mitte Mai. Zu dieser Zeit war in der östlichen Beltsee die Anzahl der Eier bereits von 34 auf 9,79 pro Quadratmeter Oberfläche gesunken.

Ich fand auf der Maifahrt die Eizahl in der westlichen Beltsee ganz bedeutend niedriger. Auf Station II, III, V und VII waren sie quantitativ nicht bestimmbar. In der westlichen Beltsee waren sie am häufigsten auf Station XVII, wo 15 pro 1 qm nachgewiesen wurden, in der östlichen Beltsee erreichte Station X mit 12 pro 1 qm die Maximalzahl. Auf Station IX und X wurden sie in größerer Menge, 20—30, im Scherbrutnetz gefangen. In der Ostsee zeichnete sich Station XIV durch besonderen Reichtum an Eiern dieser Art aus. Mit dem Eiernetz wurden hier 21 pro Quadratmeter nachgewiesen und im Scherbrutnetz nicht weniger als 118 gefangen. Apstein fand hier 1909 pro Quadratmeter 36 Eier. Auf den Stationen 6, 7, 9, 10 und 12 waren sie nicht nachweisbar. Station XII und 11 brachten 9, Station 8 drei pro Quadratmeter Oberfläche.

Im Juni waren die Eier im ganzen Gebiete quantitativ nur an 3 Orten nachweisbar, auf Station II mit 9, auf Station X mit 3 und auf Station XIV mit 36 pro Quadratmeter Oberfläche. Außerdem wurden sie nur noch auf Station III und IX mit dem Scherbrutnetz gefangen.

Im August konnte ich nicht mehr fischen. Apstein fand 1909 in diesem Monat noch mehrere Eier dieses Fisches sowohl in der Ostsee als auch in der westlichen und östlichen Beltsee.

f) Larven aus festsitzenden Eiern.

Zum Schluß seien noch kurz die Larven des Planktons behandelt, die aus festsitzenden Eiern stammen. Von diesen wurden insgesamt während der ganzen Untersuchungsperiode 2490 gefangen. Sie verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Monate:

Tabelle 36.

Monat	*Clupea harengus*	*Ammodytes tobianus*	*Pholis gunnellus*	*Lumpenus lampretiformis*	*Gobius niger*	*Cottus scorpius*	*Agonus cataphractus*	*Cyclogaster liparis*	*Chirolophis galerita*	*Neroplis ophidion*
Dezember	23	31	—	3	3	—	—	—	—	—
Januar	21	657	12	1	—	—	—	—	2	—
Februar	19	804	13	117	—	122	—	—	—	—
März	6	350	3	40	—	7	1	—	—	—
April	19	99	3	20	4	—	—	2	—	—
Mai	—	4	—	—	—	—	—	4	—	—
Juni	—	—	—	—	63	—	—	—	—	1

Ein genaueres Bild von der Verteilung der Larven auf die einzelnen Monate erhalten wir, wenn wir nur die Eiernetzlänge berücksichtigen. Dabei ist wieder an Orten, wo mit den qualitativen Netzen Larven gefischt sind, nicht aber mit dem Eiernetz, 1 resp. (wenn über 10) 2 pro Quadratmeter Oberfläche gerechnet. Ich gebe unten eine tabellarische Übersicht dieser Art. In der ersten Rubrik ist die Gesamtzahl für alle Stationen angegeben, in der zweiten das Mittel für 1 Quadratmeter Oberfläche, gewonnen durch Division der Gesamtzahl mit der Anzahl der befischten Stationen.

Tabelle 37.

Monat	*Clupea harengus*		*Ammodytes tobianus*		*Pholis gunnellus*		*Lumpenus lampretiformis*		*Gobius niger*		*Cottus scorpius*		*Agonus cataphractus*		*Cyclogaster liparis*		*Chirolophis galerita*		*Nerophis ophidion*	
Dezember . . .	18	1,2	28	1,87	—	—	3	0,2	3	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Januar	14	0,88	358	22,37	12	0,75	1	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,06	—	—
Februar . . .	11	0,79	350	25	6	0,43	45	3,21	—	—	27	1,93	—	—	—	—	—	—	—	—
März	5	0,29	182	10,7	2	0,12	17	1	—	—	6	0,35	1	0,06	—	—	—	—	—	—
April	5	0,29	32	1,88	1	0,06	8	0,47	3	0,2	—	—	—	—	2	0,12	—	—	—	—
Mai	—	—	4	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0,19	—	—	—	—
Juni	—	—	—	—	—	—	—	—	52	3,71	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,07

1. *Clupea harengus* L.

Heringslarven finden sich schon im Dezember und zwar hier in der Maximalzahl. Sie waren sehr gleichmäßig auf alle Stationen verteilt. Mehr wie 3 Exemplare habe ich während dieser Fahrt auf keiner Station gefischt.

Die Januarfahrt lieferte 21 Larven, ebenfalls recht gleichmäßig verteilt. Die meisten Tiere erhielt ich von Station VI, 6 Exemplare.

Die Februarfahrt brachte etwas weniger Larven wie die im Januar. Insgesamt wurden 19 erbeutet, 11 in den Eiernetzfängen.

Im März wurden die Larven seltener; ich erhielt sie nur von 3 Stationen in 1—3 Exemplaren.

Die Aprilfahrt ergab wieder mehr Larven, 19 gegen 6 im März. Man könnte vermuten, daß sich zwischen diesen schon einige Sprottlarven befanden. Die Möglichkeit muß ich zugeben; es wurden aber im April Eier vom Sprott noch nicht gefangen. Zudem stammten die Larven in der Hauptsache von 2 Stationen, nämlich III und VII, die 6 resp. 5 Larven lieferten. Wenn wir nur die Eiernetzfänge rechnen, ist die Zahl der Larven die gleiche wie im März.

Im ganzen haben wir aber ein deutliches Maximum im Dezember, dann ein allmähliches Abfallen bis zum April. 1909 wurden die meisten Larven im März gefangen.

2. *Ammodytes tobianus* L.

Die Larven dieses Fisches bildeten bei weitem die Hauptmenge; von ihnen wurden in den Monaten Dezember bis Mai nicht weniger als 1945 gefangen.

Im Dezember erhielt ich 31, die meisten (16) aus der Bornholmtiefe. Station IX lieferte 6, Station X, XI und XIII je 3, die übrigen Stationen keine. Sie fanden sich also vorwiegend in den östlichen Gebieten. Die westliche Beltsee lieferte noch keine Larven.

Im Januar war ihre Zahl ganz gewaltig gestiegen. Insgesamt wurden 657 gefangen. Sie waren in der östlichen Beltsee und in der Ostsee fast überall gleich stark vertreten. Den größten Fang lieferte Station X mit 120 Larven pro Quadratmeter Oberfläche. In der westlichen Beltsee waren die gefangenen Mengen wiederum wesentlich geringer.

Im Februar wurden die meisten Larven gefangen, insgesamt 804. Auf 1 qm Oberfläche kommen 25 gegen 22,4 im Januar. Auch die westliche Beltsee lieferte sie in ziemlich beträchtlicher Zahl.

Im März ist die Menge der Larven etwa um die Hälfte gesunken. Station VIII und X lieferten die größten Fänge.

Im April sind die Larven noch viel weniger häufig als im März. Das Eiernetz konnte im Mittel nur noch 1,88 gegen 10,7 im März nachweisen. Von den im ganzen gefangenen 99 Larven lieferte Station VIII mehr als die Hälfte; auch auf der Oderbank konnten mit dem Scherbrutnetz 36 Tiere gefangen werden.

Im Mai treten sie nur noch auf einzelnen Stationen auf. In der Beltsee erhielt ich einige Exemplare auf Station VII, in der Ostsee auf der Oderbank, sowie auf den Stationen XIII und XIV.

Im Juni endlich habe ich sie nirgends mehr nachweisen können.

Die Larven treten also in größter Menge im Februar auf, fast ebenso häufig im Januar und etwa halb so häufig im März. Dezember und April liefern fast die gleiche Larvenzahl, aber ganz bedeutend weniger als Januar, Februar und März. Im Mai sind dann noch ganz wenige, im Juni keine mehr nachweisbar. Im Jahre 1909 war die Verteilung ähnlich.

3. *Pholis gunnellus* L.

Die Larven von *Pholis gunnellus* fing ich zuerst im Januar und zwar sogleich in der Maximalzahl. Sie fanden sich auf 2 Stationen der westlichen Beltsee, IV und XVII, und in der Bornholmtiefe.

Im Februar wurden in den quantitativen Fängen nur halb so viel als im Januar gefangen, in allen Netzen zusammen fast ebensoviel. Die Stationen IX und X der östlichen Beltsee sowie die Ostsee lieferten keine Larven.

Im März erhielt ich noch Larven von den Stationen VIII und X, im April nur von Station VIII in den qualitativen Netzen, von Mai an keine mehr.

Die Zahl der Larven nimmt also von Januar an kontinuierlich ab.

4. *Lumpenus lampretiformis* (Walb.).

Die Larven des isländischen Bandfisches sind im Untersuchungsgebiet viel häufiger als die von *Pholis gunnellus*. Die meisten wurden im Februar gefangen, von da an nimmt ihre Zahl bis April stetig ab, im Mai und Juni wurden keine mehr gefangen; im Dezember und Januar erhielt ich nur ganz wenige. Sie waren durchweg recht gleichmäßig über das Gebiet verteilt.

5. *Gobius niger*? L.

Larven dieses Fisches erhielt ich vornehmlich im Juni und zwar insgesamt 63, im quantitativen Netz allein 52. Sonst fing ich nur noch einige Exemplare im April und im Dezember. Letztere waren aber schon große Tiere, die den Namen Larven wohl nicht mehr verdienten.

Im Juni konnte ich sie nur nicht auf Station III, sowie auf der Oderbank und in der Bornholmtiefe nachweisen; sonst fanden sie sich auf allen Stationen Die meisten Larven lieferten Station X mit 17 und Station IV mit 12 Exemplaren, die übrigen 3—6.

6. *Cottus scorpius* L.

Cottuslarven fing ich nur im Februar und März, im Februar in ziemlich großer Zahl. Die Gesamtzahl war 129, von denen aber nur 33 auf die Eiernetzfänge kommen. Die meisten Larven stammten aus der Beltsee und hier wieder lieferten die Stationen IV und V die größten Fänge. Die übrigen Stationen stehen aber nicht sehr erheblich dahinter zurück.

Apstein konnte 1909 schon im Februar und auch noch in späteren Monaten als ich Cottuslarven finden.

7. *Agonus cataphractus* L.

Von den Larven des Steinpickers erhielt ich nur eine in der östlichen Beltsee auf Station X im März. Apstein hat 1909 auch noch im April, Mai und Juni einzelne Larven dieses Fisches aus der Beltsee erhalten.

8. *Cyclogaster liparis* L.

Im April und Mai erhielt ich einige Larven, 2 resp. 4. Apstein fand sie 1909 ebenfalls in denselben Monaten. Meine Exemplare stammten im April aus der westlichen Beltsee von Station III und VII, im Mai aus der Ostsee von den Stationen XIII und XIV.

9. *Chirolophis galerita* L. (Walb.)

Chirolophis galerita-Larven wurden zuerst 1903 von Ehrenbaum und Strodtmann in der Ostsee aufgefunden.

Ich erhielt im Januar 1911 von Station X zwei Exemplare im Brutnetz.

Strodtmann konnte 1904 und 1905 keine Larven dieses Fisches in der Ostsee nachweisen, ebensowenig Apstein im Jahre 1909.

10. *Nerophis ophidion* L.

Zum Schluß sei noch eine Larve der Schlangennadel erwähnt, die ich im Juni mit dem Scherbrutnetz auf der Oderbank erbeutete. Sie war ein wenig länger als die von Ehrenbaum im nordischen Plankton (1909, pag. 329) abgebildete, hatte im wesentlichen aber noch dasselbe Aussehen.

Die wichtigste Literatur.

Apstein, Die Verbreitung der pelagischen Fischeier und Larven in der Beltsee und den angrenzenden Meeresteilen 1908/09. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge. Bd. 13. Kiel 1911.

Ehrenbaum, Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. I. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. 2. Bd. Abt. Helgoland. Oldenburg i. Grh. 1897.

Ehrenbaum, Eier und Larven von Fischen. In: Brandt und Apstein, Nordisches Plankton. Lieferung 4 und 10. Kiel 1905 u. 1909.

Ehrenbaum und Strodtmann, Eier und Jugendformen der Ostseefische. 1. Bericht. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. 6. Abteilung Helgoland. Oldenburg i. Grh. 1904.

Heincke und Ehrenbaum, Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. II. Die Bestimmung der schwimmenden Fischeier und die Methodik der Eimessungen. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. 3. Abteilung Helgoland. Oldenburg i. Grh. 1900.

Hensen und Apstein, Die Nordsee-Expedition 1895 des Deutschen Seefischerei-Vereins. Über die Eimenge der im Winter laichenden Fische. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. II, Heft 2. Kiel 1897.

Johansen, Bericht uber die Eier, Larven und älteren Stadien der Pleuronectiden in der Ostsee nach Zahl, Größe, Alter und Geschlecht. I und II. In: Rapports et procès-verbaux des réunions du conseil permanent international pour l'exploration de la mer. Volume XII. Kopenhagen 1910 u. 1911.

Otterström, Eggs and young of fishes in the danish waters. Report of the Danish biol. Station. XIII. Kopenhagen 1906.

Reibisch, Biologische Untersuchungen über Gedeihen, Wanderung und Ort der Entstehung der Scholle *(Pleuronectes platessa)* in der Ostsee. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Kiel. Neue Folge. Bd. 13. Kiel 1911.

Schneider, Pelagische Eier und Jugendformen von Ostseefischen. 1902—1907. In: Svenska Hydrografisk-biologiska Kommissionens skrifter. III. Stockholm 1908.

Schneider, Die Clupeiden der Ostsee. In: Rapports et procès-verbaux. Volume IX. 1908.

Die Ostseefischerei in ihrer jetzigen Lage. Publications de circonstance Nr. 13. Kopenhagen.

Zur Feststellung der Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der Planktonten

mit besonderer Berücksichtigung der Schlauchfänge.

Von

V. Hensen.

(Mit 3 Figuren und 4 Tabellen.)

In meiner Arbeit über das Leben im Ozean[1]) wird nachgewiesen, daß einige Organismen mit immer gleicher Anzahl über Hunderte von Meilen gefangen worden sind, also höchst gleichmäßig verbreitet waren, während andere Organismen ziemlich große Schwankungen ihrer Fangzahlen erkennen lassen. Daß im Ozean unterhalb großer Flächen die Verbreitung gleichmäßig sein muß, ist selbstverständlich, weil alle Lebensbedingungen gleichbleiben. Die Feststellung von Ungleichmäßigkeiten des Vorkommens und von deren Ursachen ist einer der Wege, die unser Verständnis für das Geschehen erweitern können. Daher erscheint der Versuch gerechtfertigt, Untersuchungen in dieser Richtung zu erleichtern. Das geschieht hier zunächst durch die mathematische Feststellung, wieweit die Fänge bei tadelloser Ausführung und bei mathematisch vollständiger Gleichmäßigkeit der Verteilung der einzelnen Art, ein Variieren der Fangzahlen notwendig ergeben müssen. Die Größe einer etwa eingetretenen Unregelmäßigkeit in der Verteilung kann nur dann ermessen werden, wenn festgestellt worden ist, wie groß die Zahlenunterschiede bei gleichmäßiger Verteilung sein können und sein müssen. Eine absolute Gleichmäßigkeit der Verteilung kann nicht existieren und sich nicht erhalten, sie ist daher nur gleichsam ein Nullwert. Man wird aber von ihr ausgehen müssen, um den Einfluß, den aktive oder passive Beweglichkeit hat, zu ermessen und kann dann sich darüber vereinbaren, wie weit die Unregelmäßigkeit gehen muß, um den Beweis, daß die Verteilung unregelmäßig gewesen sei, zu liefern.

In der zitierten Arbeit ist durch die umstehende Fig. 1 die Variation, die sich bei absolut gleichmäßiger und äquidistanter lückenloser Verteilung einer Art für deren Fang durch die wechselnde Lage der Netzmündung ergeben kann, dargestellt. In dieser Zeichnung repräsentieren die Punkte in der Mitte der Sechsecke die Lage der Planktontenart. Diese sind also als bei möglichst großer Dichte gleichmäßig verteilt gedacht. Wenn die runde fischende Eingangsöffnung so groß wie eine Sechseckfläche der Fig. 1 ist, sollte man glauben, immer genau einen Planktonten der Art fangen zu müssen. Das trifft nicht zu; das Netz kann auch nichts oder zwei Stück fangen, je nach dem Ort, wo das Zentrum des Netzeingangs durchging. Wenn das Zentrum des Netzeingangs genau durch das Zentrum des Sechsecks ginge, würde nur ein Planktont gefangen werden, aber dieser Fall trifft nicht leicht zu, meistens wird das Zentrum des Eingangs an einer anderen Stelle des Sechsecks durchtreten. Die Figur zeigt, wie sich die Fangzahlen ändern, wenn die Mitte des Netzeingangs ihren Ort im Sechseck verändert, und wenn der Netzeingang 2 bis 3 bis 32 mal größer ist, als eine Sechseckfläche. Die Größen des Netzeingangs als Multipla einer Sechseckfläche sind durch die eingeschriebenen römischen Ziffern angegeben. Mit den Radien dieser Netzflächen sind von dem Zentrum des bezüglich bezifferten Sechsecks aus Bögen geschlagen, die den Ort umfassen, durch den das Netzzentrum gehen muß, um den bezüglichen Planktonten, auf den die ruhende Zirkelspitze eingestellt war, zu fangen. Indem von den anderen Punkten aus, soweit ihr Radius bis in das Sechseck reicht, auch die Bögen geschlagen werden, finden sich die Orte, wo, wenn das Netzzentrum durch sie hindurch geht, die in arabischer Schrift eingeschriebene Anzahl von Planktonten gefangen werden muß. Die umgrenzten Flächengrößen geben die relativen Wahrscheinlichkeiten für den Fang der eingeschriebenen Planktontenzahl.

Diese Wahrscheinlichkeitsfelder werden, wie man sieht, recht verwickelt; sie im einzelnen zu berechnen, wäre ungewöhnlich mühsam. Ich habe die ersten 10 Felder planimetrisch gemessen und die gefundenen Werte prozentisch umgerechnet in der zitierten Arbeit S. 26 angegeben. Es findet sich jedoch, daß diese Messungen mit erheblichen Fehlern behaftet sind. Bei der Messung wirkten nicht nur die Fehler des Planimeters, die gering sind, sondern auch die Ungenauigkeit der Führung und die sehr ins Gewicht

[1]) Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner. Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. V. O. 1911.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

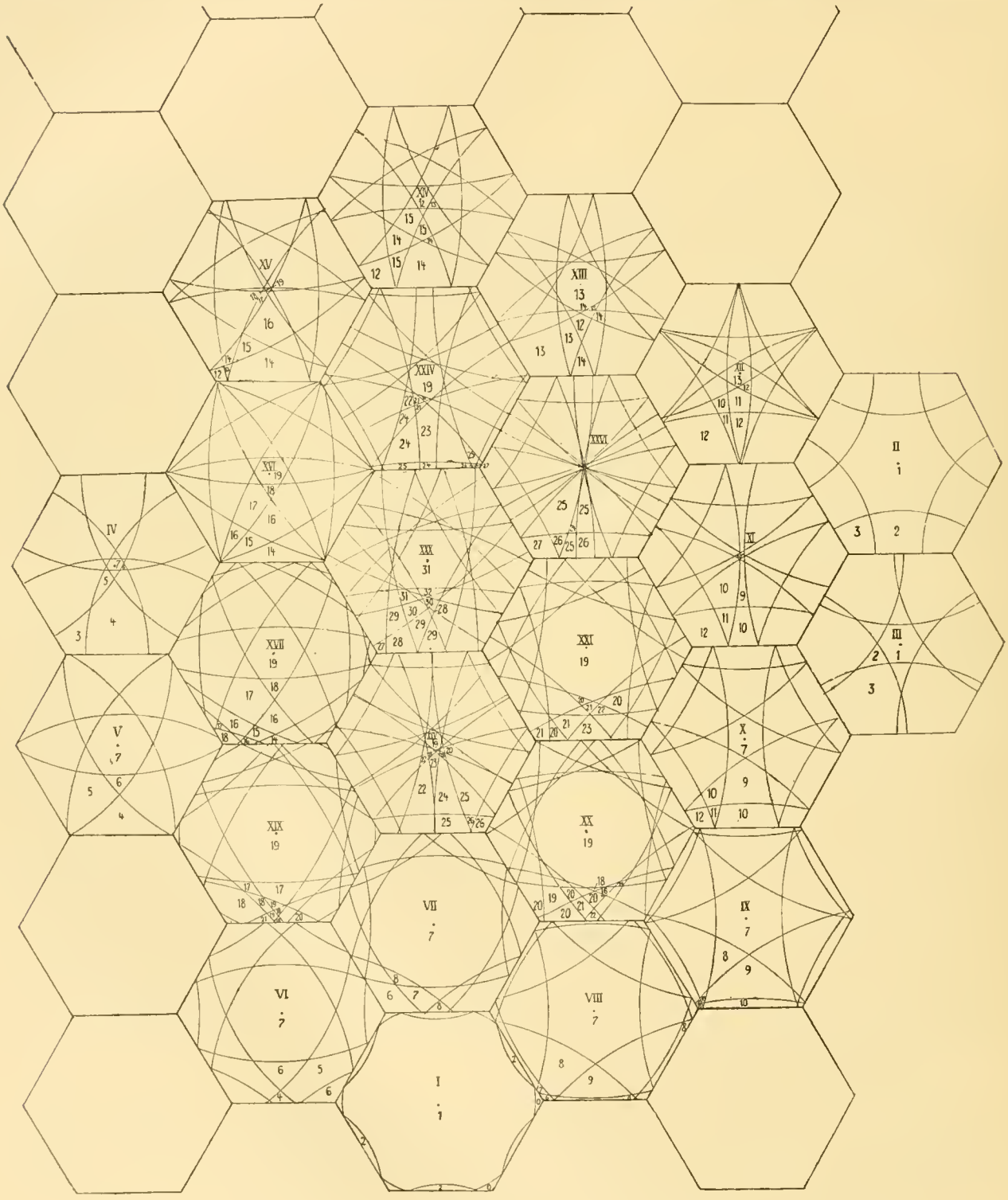


Fig. 1.

fallenden Fehler der Zeichnung, die schwer vermeidlich sind. Die Umfrage bei Fachmathematikern, ob entsprechende Gleichungen vorhanden seien oder sich bilden ließen, hatte negativen Erfolg. Unter erheblichem Zeitverlust ist es mir doch geglückt, eine dem Zweck exakter Rechnung genügende einfache und elementare Gleichung für jede Größe des Netzeingangs zunächst für unbewegte Planktonten aufzustellen. Die Formel lautet:

$$Y_\mu = \frac{r^2}{2}\left[\operatorname{arc}(x_I \pm x_{II}) \div \sin(x_I \pm x_{II})\right] + \frac{a \cdot b}{2} \cdot \sin(n \cdot 30^0); \quad = \frac{\varrho}{4} + \frac{\nu^2}{2}\left[\operatorname{arc}(z_I \pm z_{II}) \div \sin(z_I \pm z_{II})\right] \div \frac{de}{2} \sin(n \mp 1)30^0.$$

r_m bis r_o; ν_m bis $\nu_o = r_m$; $n = 1,2$ oder 3

Es genügt, die Flächengrößen innerhalb eines der 12 Dreiecke, die das Sechseck aufbauen, zu untersuchen, denn das rechts neben dem untersuchten Dreieck in Fig. 2, S. 196 liegende Dreieck ist das Spiegelbild des untersuchten Dreiecks. Alle anderen Dreiecke wiederholen für die rings um das Zentrum des untersuchten Sechsecks symmetrisch liegenden Punkte dasselbe Verhalten, das das untersuchte Dreieck ergeben hat.

Die Ordinate y gibt die Fläche an, innerhalb deren das Netzzentrum durchgehen muß, um den Punkt μ zu fangen, wenn der Radius des Netzeingangs die Größe der Variablen r oder ν hat. Wächst der Radius des fangenden Netzeingangs über die Größe ν_m hinaus, so wird der Punkt μ stets gefangen werden. r_o bedeutet die Länge des Radius, die gerade genügt, um die nächstgelegene Ecke des Dreiecks (Fig. 2) zu erreichen. r_m erreicht gerade die mittlere und ν_m die am meisten entfernte Ecke des Dreiecks.

Für y_μ liegen stets zwei Gleichungen vor. Die Gleichung für r gibt den Kurventeil der Fig. 3, S. 197, der konvex gegen die Abszissenaxe ist und hat steigende Differenzen, die Gleichung für ν gibt eine Kurve, die konkav gegen die Abszissenaxe verläuft und fallende Differenzen ergibt. Der Wendepunkt liegt bei r_m. In Fig. 3 ist die Lage der Wendepunkte durch die beigeschriebene Zahl des zugehörigen Punktes μ bezeichnet worden. Die Flächen für y_r sind ein Dreieck und ein diesem aufgesetzter Kreisabschnitt Fig. 2, 1. Die Flächen y_ν für den Radius ν sind ein Viereck und der Kreisabschnitt Fig. 2, 2. Die Gleichung ν gibt für dies Viereck eine indirekte Berechnung. Die außerhalb des Vierecks liegende Dreieckfläche wird berechnet und von der Fläche des ganzen Dreiecks plus bezüglichen Kreisabschnittes subtrahiert. Das ganze Dreieck hat den Wert $\frac{\varrho}{4}$, wenn mit ϱ der Radius des in das Sechseck eingeschriebenen Kreises bezeichnet wird. Den Radius des umschriebenen Kreises nehme ich $= 1$, dann hat ϱ den Wert $= 0{,}8660254$. Um den Inhalt der bezüglichen Dreiecke zu finden, müssen deren Katheten a und b, beziehungsweise d und e halbiert und mit dem Sinus von 30^0 oder 60^0 oder 90^0 multipliziert werden.

Als Beispiel des Verfahrens möge die Bestimmung von y für den Punkt 20 (Fig. 2) ausgeführt werden. Um die Werte r_o, r_m und ν_m zu finden, dienen die Hilfsdreiecke A F B, A D B und A C B. Die Katheten dieser rechtwinkligen Dreiecke dienen zur Berechnung von $\operatorname{tg}\alpha$, $\operatorname{tg}\beta$, $\operatorname{tg}\gamma$. Aus den Formeln $r_o = \frac{4\varrho}{\cos\alpha}$ $r_m = \frac{4\varrho}{\cos\beta}$ $\nu_m = \frac{5\varrho}{\cos\gamma}$ ergeben sich die gesuchten Längen von r_o, r_m und ν_m.

Um die Seiten a, b, d, e der Dreiecke im Sechseck zu finden, dient die Sinusregel. Wir haben dementsprechend die Proportionen:

$r : r_o = \sin(90 + \alpha) : \sin\vartheta_I$. $r : r_o = \sin(150^0 + \alpha) : \sin\vartheta_{II}$

$\nu : \nu_m = \sin\gamma : \sin\delta_I$ $\nu : \nu_m = \sin(30 \div \gamma) : \sin\delta_{II}$

$90^0 - (\alpha + \vartheta_I) = x_I$ $30^0 - (\alpha + \vartheta_{II}) = x_{II}$. $180^0 - (\gamma + \delta_I) = z_I$. $150^0 - (\gamma + \delta_{II}) = z_{II}$.

Endlich folgt:

$\sin\vartheta_I : \sin x_I = r_o : a$. $\sin\vartheta_{II} : \sin x_{II} = r_o : b$. $\sin\delta_I : \sin z_I = \nu_m : d$. $\sin\delta_{II} : \sin z_{II} = \nu_m : e$.

Die zwei Punkte der Kurve ergeben sich also zu:

$$y_r = \frac{r^2}{2}\left[\operatorname{arc}(x_I - x_{II}) \div \sin(x_I - x_{II})\right] + \frac{a \,.\, b \,.\, \sin 60^0}{2}.$$

$$y_\nu = \frac{\varrho}{4} + \frac{\nu^2}{2}\left[\operatorname{arc}(z_I + z_{II}) \div \sin(z_I + z_{II})\right] \div \frac{d \,.\, e \,.\, \sin 30^0}{2}.$$

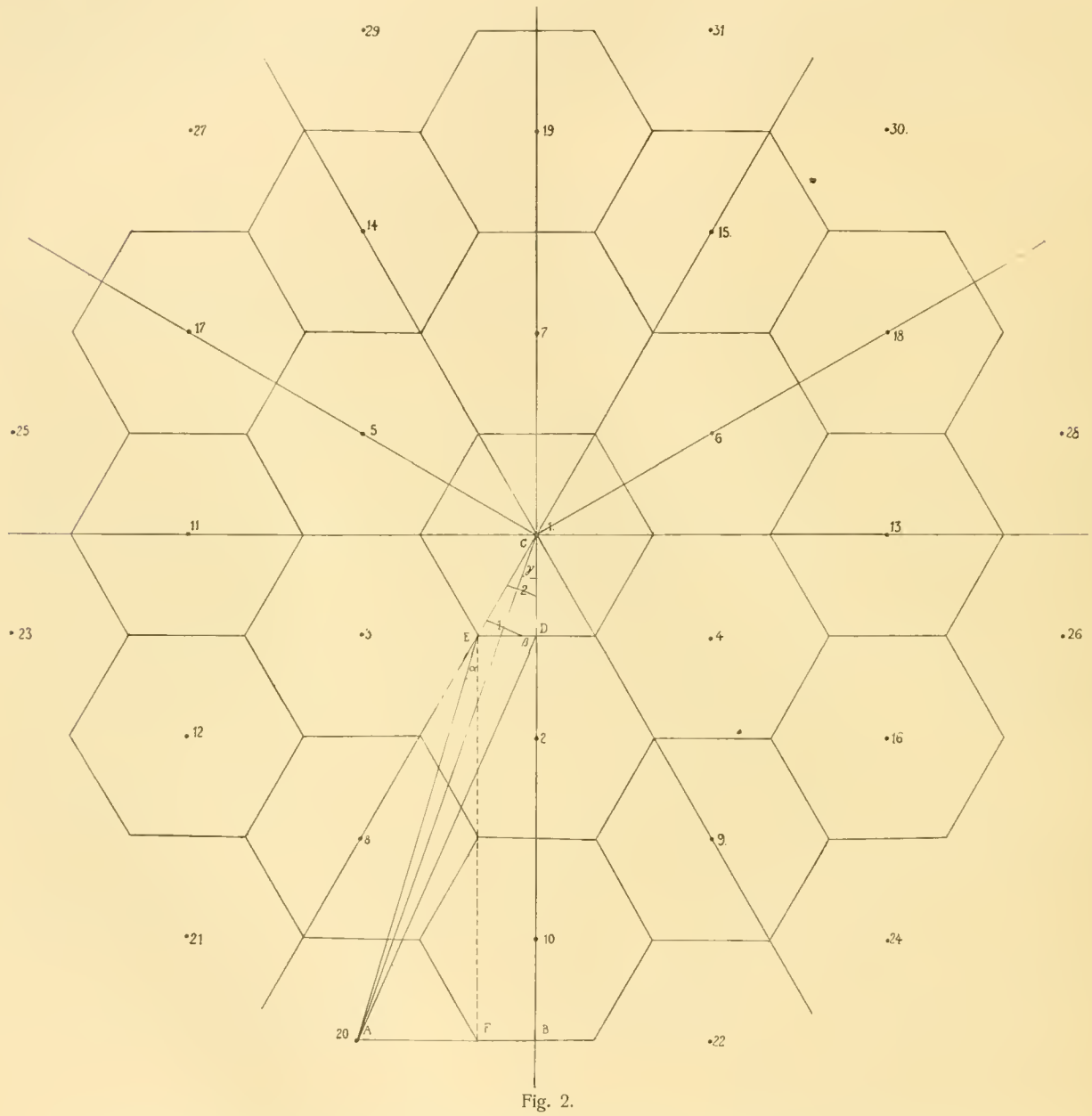


Fig. 2.

Auf diese Weise habe ich eine große Zahl von Gleichungen berechnet und danach die Kurven für 23 Punkte gezeichnet, die nötig sind, um die Wahrscheinlichkeitsflächen für den Fang bis zu 20 Planktonten würdigen zu können. Diese Kurven sind in Fig. 3 verzeichnet. Dabei ist der Wert $\frac{\varrho}{4}$, also der Inhalt des ganzen Dreiecks = 100 gesetzt, so daß für jeden Punkt die Fangwahrscheinlichkeiten mit dem Zirkel prozentisch bestimmt werden können. Die senkrecht durch die Kurven gezogenen Linien haben die Überschriften Q 1, Q 2 . . . . Q 20, die Zahlen geben an, daß es sich um die Größen der fangenden Netzflächen handelt, die einmal, zweimal . . . . zwanzigmal so groß sind, wie die Eingangsfläche, die einer Sechseckfläche entspricht. Bei der Festsetzung, daß der Radius des das Sechseck umschreibenden Kreises = 1

sein soll, ist der Radius des fischenden Netzeingangs zu 0,909892 Einheiten zu nehmen, und daraus bestimmt sich dann die Lage der 2, 3 . . . . 20 Male größeren Netzfläche auf der Kurventafel. Die Längeneinheit der Abszisse war 1 mm, das Maximum der Ordinate ist $= \frac{\varrho}{4}$ mm. Diese Zahl 0,2165 ist $= 100$ gesetzt und es ist der so gewonnene Maßstab unter der Figur zu benutzen. Die Figur ist verkleinert worden.

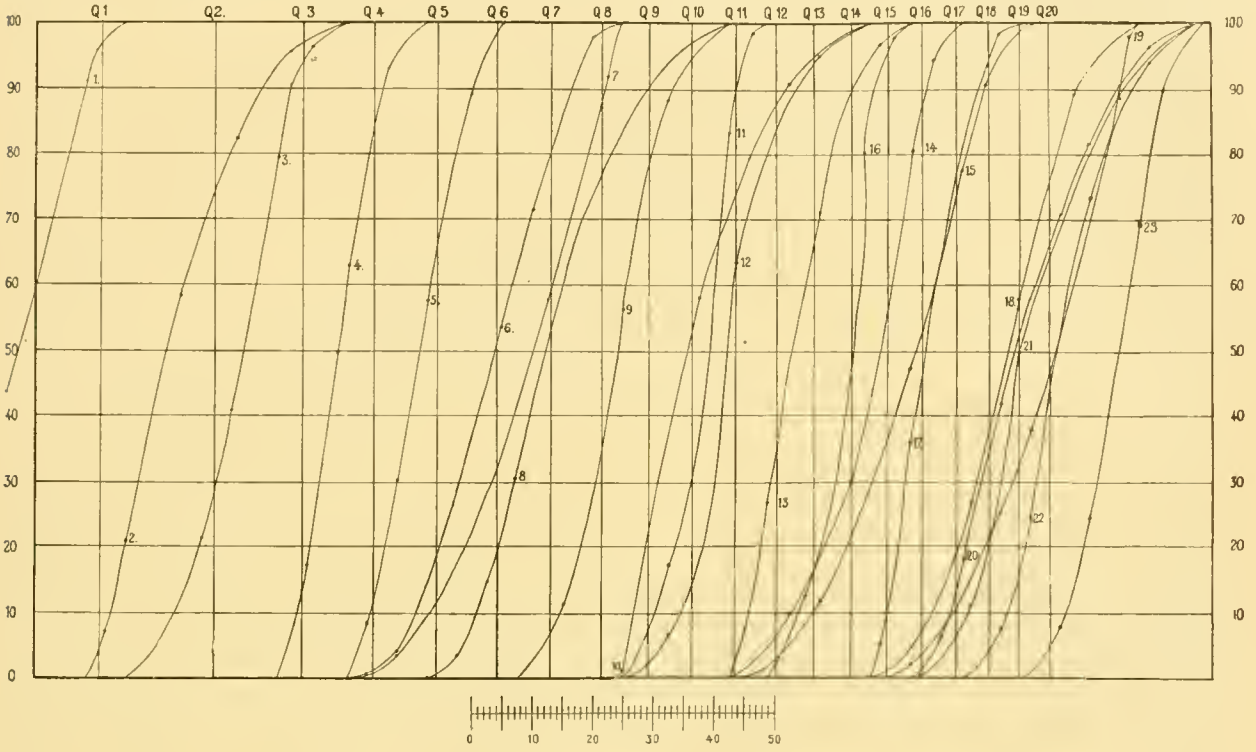


Fig. 3.

Die Kurventafel kann in folgender Weise verwendet werden. Sei z. B. als Mittel aus einer Anzahl von Fängen die Zahl 10,5 einer Planktontenart gefunden, so will man wissen, wie die Fänge hätten ausfallen müssen, wenn die bezügliche Verteilung mathematisch genau gewesen wäre, oder in anderen Worten, wieweit die Befunde von der Forderung genauester Verteilung abweichen. Man zieht eine Linie zwischen den Werten Q 10 und Q 11 und bestimmt die Anzahl von Teilstrichen, die zwischen den Orten, wo diese Linie die Kurven schneidet, liegen. Dann erhält man die Werte, die sich für 100 Züge ergeben müßten. Es ergibt sich, daß in 100 Zügen hätten gefangen werden müssen:

Zahl der Planktonten . . .	7	8	9	10	11	12	13
Häufigkeit im Fang . . .	0,7	1,2	32,8	7,4	27,3	30,5	0

In einer Reihe von Fängen durften also nicht weniger als 7 und nicht mehr als 12 dieser Planktonten gefangen werden, dagegen bedeutet es nichts, wenn 10 dieser Planktonten selten oder nicht gefangen wurden, da 10 nur in 7,4 % der Fänge vorkommt. Das Verlangen mathematisch genauer Verteilung geht ja zu weit, doch komme ich darauf zurück. Zunächst mögen hier noch die Zahlen für die Wahrscheinlichkeitsfelder der Netzeingangsgrößen von 1 bis 20 gegeben sein, wobei ich bemerke, daß die Zahlen bis 5 von mir direkt, also ohne Zuhilfenahme der ja nicht völlig genauen Kurven berechnet worden sind. Die Zahlen sind Prozente, geben also das Resultat an, das je 100 Fänge ergeben müßten. Die Zahlen für die Netzgrößen geben an, wie viele Male der fischende Netzeingang größer ist, als die Fläche des Sechsecks, in der ein bezüglicher Planktont gelegen hat.

Notwendiger Befund	Bestand der Art unter der Fläche, wie die obere Zahlenreihe angibt																				Notwendiger Befund
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	2,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
1	94,5	27,7	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2	2,75	44,6	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
3	—	27,7	81,0	20,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
4	—	—	11,1	67,7	34,6	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
5	—	—	—	10,1	44,4	47,4	18,7	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
6	—	—	—	0,9	9,3	18,3	22,4	11.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
7	—	—	—	1,0	11,5	13,2	5,8	10,9	10,2	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
8	—	—	—	—	0,2	19,4	46,4	42,7	11,5	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
9	—	—	—	—	—	—	6,7	33,7	56,3	41,6	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
10	—	—	—	—	—	—	—	0,1	14,8	21,9	10,3	4,2	1,2	0,2	—	—	—	—	—	—	10
11	—	—	—	—	—	—	—	—	5,1	15,9	14,7	12,6	1,8	1,4	—	—	—	—	—	—	11
12	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	14,6	61,2	48,5	26,6	8,8	2,8	—	—	—	—	—	12
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3	28,0	54,5	42,3	2,5	—	—	—	—	—	13
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	3,7	—	8,6	19,6	33,7	22,2	—	—	—	14
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	0,9	10,4	21,5	29,9	6,3	53,6	—	—	—	15
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	5,5	17,1	38,8	13,6	1,2	60,7	40,3	—	16
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,5	39,0	3,5	2,3	1,2	25,2	17
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7	3,4	6,0	2,1	5,8	9,2	18
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	1,2	4,8	1,2	16,2	3,0	19
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	2,5	13,4	2,3	1,8	20
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,2	16,2	17,1	17,8	21
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41,0	17,1	37,9	22
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,1	23

Diese Zahlen sind über 5 hinaus den Originalkurven entnommen. Ich habe nicht rechtzeitig daran gedacht, daß die bezüglichen Ordinatenlängen gleich rechnerisch hätten festgestellt werden können. Die Dezimalen werden nicht ganz genau sein, das hat aber keine Bedeutung.

Die Tabelle ist wie folgt zu verstehen: Wenn z. B. genau 13 Planktonten in der Fläche des Netzeingangs regelmäßig verteilt sind, so werden in 100 Fängen an dieser Stelle 10 Planktonten der Art 1,2 mal, 11 P. 1,8 mal, 12 P. 21,6 mal, 13 P. 54,5 mal, 14 P. überhaupt nicht gefangen, weil hier die Kurve für 14 P. sich mit der Kurve 16 P. schneidet, daher immer 16 P. in 5,5% der Züge gefangen werden müßten. Endlich werden 15 P. in 10,4 der 100 Züge gefangen werden. Die Aufstellung ist rein theoretisch, hat aber doch den Wert, zu zeigen, daß bei dem Fang weniger Planktonten einer Art die Ergebnisse erheblich variieren können und dennoch die Verteilung völlig gleichmäßig sein kann. Bei dem Fang von nur 2 Planktonten können die Zahlen um 50% verschieden ausfallen, sind dagegen 20 Planktonten unter der Fläche des Netzeingangs, so werden die Fänge nur noch um $\pm$ 15% variieren. Bei höheren Fangzahlen wird die Möglichkeit des prozentischen Variierens schon so gering, daß diese Unsicherheiten nicht mehr ins Gewicht fallen.

Diese Untersuchung über die Fangergebnisse bei mathematisch genauer Verteilung hat insofern Wert, als die Abweichung von dieser Verteilung bei wiederholten Fängen ein Urteil darüber gestatten, wieweit diese Befunde auf Ungleichmäßigkeiten der Verteilung hinweisen[1]).

[1]) Es dürfte ein Nachrechnen oder Weiterrechnen der Kurven kaum je ausgeführt werden. Dennoch mögen hier die Hauptwerte der Radien, also deren kleinster Wert, der Wert des Wendepunktes und der größte Wert der Radien der auf der Fig. 2 angegebenen Sechseckzentren verzeichnet werden. Wie schon erwähnt, wird als Radius des das Sechseck umschreibenden Kreises der Wert = 1 angenommen, dann hat der Radius des eingeschriebenen Kreises den Wert: 0,8660255 = ϱ. Der Radius des Kreises, der dem Flächeninhalt des Sechsecks entspricht, wird: 0,909892. Dann kommen den drei Radien der Punkte 1—23 folgende Werte zu:

Punkte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kleinstes r . . .	0	ϱ	1	0,17609	2 ϱ	2 ϱ	2 ϱ	2	2,29129	3 ϱ	2,64575	2,64575
Wendepunkt r_m .	ϱ	1	0,17609	2 ϱ	2	2,2913	3 ϱ	2,29129	2,64575	2,64575	3	3,1225
Größtes r_m . . .	1	2 ϱ	2 ϱ	2	2,2913	2,64575	2,64575	3	3	4 ϱ	3,12254	4 ϱ

Punkte	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Kleinstes r . . .	3	3	3	3,1225	4 ϱ	4 ϱ	4 ϱ	3,60555	3,60555	3,77492	3,96863
Wendepunkt r_m .	3,12254	3,60555	3,77516	3,46406	3,60555	3,96863	5 ϱ	3,77492	3,96863	4	4,355723
Größtes r_m . . .	3,60555	3,77492	4	3,60555	3,96863	4,35989	4,35989	4,58258	4,58258	4,58258	4,58258

Da die in geringer Dichte vorkommenden Planktonten der Mehrzahl nach beweglich sind, kann die Verteilung nicht absolut gleichmäßig sein. Es entsteht die weitere Frage:
wie weit die Ungleichmäßigkeit gehen darf, um noch als gleichmäßige Verteilung zu gelten. Wie man hier die Grenzen setzen will, scheint willkürlich zu sein, doch möchte ich Folgendes zur Erwägung stellen. In der eingangs zitierten Arbeit ist nachgewiesen, daß manche Organismen, die nur in je einem Exemplar gefangen zu werden pflegten, z. B. Lucifer, Copilia und Alciope auf gewaltigen Wegstrecken immer wieder gerade in einem Exemplar gefangen wurden. Dieser höchst auffallende Befund gleichmäßigster Verteilung tritt bei Formen, von denen immer mehrere im Netz waren, nicht so stark und häufig ein. Das kann aber auch, wie die Tabelle nachweist, nicht der Fall sein, weil zwar bei nur einem Planktonten im Sechseck sehr selten 0 oder 2 gefangen werden können und bei 2 Planktonten noch in 28% 1 P. gefangen wird, während der Fang bei 3 oder mehr Planktonten unter der Eingangsfläche weit mehr Variationen aufweisen muß. Dennoch ist die Fangreihe 1,1 . . . . 1 auffallend genug, namentlich für so bewegliche Tiere, wie es Lucifer und Alciope sind. Die genaue Verteilung muß wohl darauf beruhen, daß 1) jedes der Tiere ein Jagdgebiet für sich haben will, und 2) weil es seine Beute in der Regel über sich haben wird, seine Bewegungen daher meistens in vertikaler Richtung erfolgen werden und ihn der Quere nach kaum über seine Sechseckfläche hinausführen dürften. Ich glaube daher, daß es als gleichmäßige Verteilung gelten kann, wenn die Bedingung erfüllt ist, daß die Planktonten innerhalb ihrer Sechseckfläche verbleiben.

Wenn es richtig ist, daß die niederen Planktonten sich tagsüber mehr in der Tiefe halten, in der Nacht an die Oberfläche steigen, so werden sich auch diese annähernd in dem Bezirk einiger Sechsecke halten müssen, denn für große Umwege bleibt keine Zeit. Im warmen Ozean wird ihr Tagestiefstand von Lohmann zu mindestens 25 m angegeben. Auf S. 151 meines Werks über das Leben im Ozean wird angegeben, daß die Peridinee *Heterocapsa triquetra* 1 mm in 10 bis 20 Sekunden durchläuft. Das gibt, wenn die Maximalgeschwindigkeit gerechnet wird, in 12 Stunden 4⅓ m. Solche und selbst die doppelte Annäherung an die Oberfläche hilft freilich nicht viel und wird die nächtliche Dunkelheit nicht mindern. Das Motiv für eine nächtliche Hebung des Niveaus ist daher unklar, eher würde eine nächtliche Zerstreuung sowohl nach der Tiefe, wie nach der Oberfläche hin verständlich sein. Ein tägliches Steigen und Sinken wird als Tatsache genommen. Dann wird es sehr erklärlich, daß die Verteilung unter der Oberfläche, einmal eingetreten, recht konstant bleiben muß. Bei der angenommenen starken Vertikalbewegung erscheinen freilich die Resultate, die aus kleinen, den verschiedenen Tiefen entnommenen Stichproben gewonnen werden, etwas bedenklich. Daß, wie norwegische Forscher behaupten, solche Stichproben ein besseres Resultat für Quantitätsbestimmungen als Vertikalzüge geben, ist paradox. Das eine wenigstens ergeben die Stichproben, daß die Verbreitung nach der Tiefe nicht gleichmäßig ist. Daher wird eine Rechnung aus solchen Stichproben für nennenswerte Tiefenabstände nur selten glücken können.

Die Annahme mathematisch gleichmäßiger Verteilung ist übrigens nur für spärlich vorkommende Planktontenarten zu weitgehend. Die Komponente der Bewegung parallel dem Netzrand verändert nicht die Fangzahl. Einzig die Komponente senkrecht zum Netzzentrum kann die Fangzahl verändern. Wenn die Zahl der P. groß ist, so werden sich gleichzeitig fast ebenso viele P. dem Netzzentrum nähern, wie sich von diesem entfernen, so daß das Resultat so sein wird, als wenn eine völlig gleichmäßig verteilte ruhende Anzahl vorhanden wäre. Ist dagegen die Zahl der Planktonten gering, so kann deren Beweglichkeit die Gleichmäßigkeit der Verteilung mehr oder weniger verändern. Daher ist es richtig, für solche Fälle die durch Bewegung veranlaßten Störungsmöglichkeiten festzustellen. Für diese Untersuchung ist die Annahme einer Beschränkung der Bewegungen auf die Umgrenzung eines Sechsecks erforderlich und, wie eben gezeigt, auch erlaubt. Praktisch würde sich wenig ändern, wenn die Bewegungen rasch und ausgiebiger sein sollten, da auch dann ein Ausgleich der Ungleichmäßigkeiten die Regel sein wird. Die unter der angegebenen Beschränkung möglichen Grenzwerte stellen sich nach Abmessungen mit dem Zirkel[1]), die also nicht ganz genau sein werden, wie folgt:

[1]) Die Grenzwerte zu berechnen wäre zwar einfach, aber zu zeitraubend.

In dieser Tabelle sind die Größen des fangenden Netzeingangs so genommen, daß sie Vielfache der Sechseckfläche, die je einen Planktonten enthalten, bedeuten.

Mögliche Schwankungen der Zahlen bei freier Beweglichkeit innerhalb der Sechseckfläche.

Größe des Netzeingangs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Minimalfang . . .	0	1	1	1	1	1	1	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	13
Maximalfang . .	7	7	7	11	13	13	13	13	19	19	19	21	22	23	24	26	29	31	31	31

Größe des Netzeingangs	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	38	40	50	60	70	80	90	100
Minimalfang . . .	13	13	19	19	19	19	19	19	19	19	19	31	31	37	43	55	61	73	79
Maximalfang . .	31	31	37	37	37	38	39	41	41	41	50	56	56	61	73	86	94	105	119

Die Minimalwerte gelten für den Fall, daß das Netzzentrum durch die Mitte eines Sechseckzentrums geht, eine Abweichung von dieser Lage vermindert die Zahl des Fangs meistens nicht oder nur unbedeutend. Für die Maximalwerte ist untersucht, ob und wie weit die Fangzahl noch wächst, wenn das fangende Netzzentrum an der Grenze des Sechsecks liegt. Dabei können sich die Fangzahlen bis zu der verzeichneten Höhe vermehren, aber bei Fängen von über 50 Stück haben solche Lageänderungen, wie in der zitierten Arbeit näher ausgeführt wurde, zwar für die absoluten Zahlen einige Bedeutung, aber prozentisch ist der Einfluß gering.

Die möglichen Unterschiede der Fangzahlen können, wie ersichtlich, bei kleinen Fängen bis zum 13fachen gehen, während zufolge der Tab. 1 S. 198 der Fang von 5 P. nur zwischen 4 und 8 P. schwanken kann. Bei dem Fang von 100 Stück erreicht die mögliche Spannung doch noch nicht das Doppelte. Darüber hinaus wird sie so gering, daß die Zählungsfehler und sonstige Zufälligkeiten überwiegenden Einfluß gewinnen. Bei der hier angenommenen Art gleichmäßiger Verteilung werden die Grenzwerte so gut wie nie erreicht werden. Sie könnten nur eintreten, wenn alle bezüglichen Planktonten möglichst dem Netz auswichen — Minimalwert — oder sich innerhalb ihres Sechsecks möglichst dem Netz näherten — Maximalwert —. Solche Fälle könnten höchstens bei Fischen und Cephalopoden vorkommen und sind sonst vollkommen auszuschließen. Nur wenn die Bewegung der P. über die Grenzen des Sechsecks hinausgehen sollte und so langsam wäre, daß ein Ausgleich sich verzögert, würden diese Grenzwerte zuweilen vorkommen können. Ich schlage daher folgendes vor: Eine Fangfolge ist auf völlig gleichmäßige Verteilung zu deuten, wenn die Durchzählungen von

weniger als 50 Stück der Formel: $n\ (1 \pm 1/3)$,
zwischen 50 bis 100 Stück der Formel: $n\ (1 \pm 1/4)$

entsprechen oder kleinere Schwankungen ergeben; n ist die jedesmal gefangene Stückzahl.

Zeigen sich die Unterschiede größer, so ist die Gleichmäßigkeit als mehr oder weniger unvollkommen zu bezeichnen. Meine Ozeanfänge sprechen im ganzen dafür, daß die Planktonten sich innerhalb ihres Sechsecks halten oder doch dafür, daß ein regelmäßiger Austausch stattfindet; doch kommen auch Ungleichmäßigkeiten vor. Schon bei meinen ersten Planktonarbeiten machte ich die Erfahrung, daß die Sagitten wenig gleichmäßig gefangen wurden und die Ozeanfänge haben das gleiche Ergebnis gehabt. Wenn sich dies Verhalten auch ferner bestätigen sollte, würde es darauf hinweisen, daß diese Tiere sich in Scharen zu sammeln pflegen. Jedenfalls kann also das Verfahren dazu dienen, in die besonderen biologischen Verhältnisse etwas Einblick zu gewinnen. Auffallend ist, daß die treibenden Scholleneier und sonstige Fischeier in der Nordsee, wo sie vorkommen, sehr gleichmäßig verteilt sind[1]). Als Teile ohne Eigenbewegung werden sie sich wohl innerhalb ihres Sechsecks halten, aber wie es kommt, daß sie alle Sechsecke in der Nähe regelmäßig besetzen, scheint mir noch weiterer Aufklärung zu bedürfen.

Diese Darlegungen treffen zunächst nur die spärlich gefangenen Arten. Je mehr spezialisiert wird, z. B. die Entwicklungsstadien beachtet werden, desto größer muß der Fang sein. Sie zeigen, daß man mit

[1]) Hensen, Über die Bestimmung des Fischbestandes im Meer. Wiss. Meeresuntersuchungen, Kiel, Bd. 14, 1911.

der Verkleinerung der Netze vorsichtig sein sollte, und daß für die Probenentnahme aus der Fangmasse behufs Zählungen die Pipetten mit sehr weiter Mündung versehen sein müssen. Womöglich muß auch auf Arten, von denen weniger als 100 gefangen wurden, der ganze Fang durchgezählt werden, auch darf die Zählung möglichst nicht eher abgebrochen werden, ehe etwa die Quadratwurzel der gefangenen Anzahl erreicht worden ist.

Ferner gewinnen diese Darlegungen für das Schlauchverfahren Bedeutung. Dies in der Arbeit „Das Leben im Ozean", S. 20, dargelegte Verfahren ist von Lohmann[1]) im Ozean und von uns auf einer Untersuchung in der Beltsee mit gutem Erfolg verwendet worden. Man läßt den Schlauch mit guter Geschwindigkeit senkrecht bis in die Nähe des Meeresbodens hinab, behält aber sein oberes Ende an Bord. Dann wird das untere Ende einfach hochgezogen. Soll das Verhalten in der Tiefe untersucht werden, so hat die Entleerung am unteren Ende zu beginnen. Ein kleiner Rest der Wassersäule bleibt freilich an den Wänden hängen, aber bei langsamer Entleerung ist er nicht bedeutend, so daß dadurch das Fangergebnis wohl nicht beeinflußt werden kann, nur wird der Querschnitt der befischten Fläche entsprechend etwas kleiner sein, als der Querschnitt des Schlauchlumens. Diese Fischerei ist einfach, rasch beendet und außerordentlich schonend. Voll brauchbar ist sie für die Bestimmung der Nanoplanktonten und für das mittlere spezifische Gewicht des befahrenen Wassers. Das Wasser fließt nicht in den Schlauch, sondern der Schlauch geht in das stillstehende Wasser hinein. Das Niveau des Wassers im Schlauch wird unmerklich gesenkt werden, weil die Schlauchwände etwas Wasser mit sich hinabreißen werden. Findet sich eine Schlauchknickung, die das Schlauchlumen auf die Hälfte reduziert, was bei dem senkrecht hinabgezogenen Schlauch recht weitgehend wäre, so würde das Wasser durch die Verengung mit der halben Geschwindigkeit des Schlauchs zu fließen haben. Gehe der Schlauch 2 m die Sekunde abwärts, so würde das Wasser 1 m die Sekunde aufwärts fließen müssen. Dazu gehört eine Druckdifferenz von nur 5 cm. Es würde dann, sobald der Schlauch steht, in sein unteres Ende in der Tiefe noch eine Wassermasse von 5 cm mal den Querschnitt des Schlauchs einfließen, also schon bei 10 m Tiefe eine gegen die ganze Masse verschwindend kleine Menge. Natürlich müssen Knickungen möglichst vermieden oder durch Einsatz von Zwischenstücken eliminiert werden. Den Schlauch kann man nicht wohl länger als 200 m nehmen, so daß für größere Tiefen die Entnahme von Stichproben genügen muß und wohl auch genügen kann. Für flachere Gewässer wurde bisher aus Entnahme von Proben verschiedener Tiefen die ganze Zusammensetzung berechnet, worauf ich hier noch einmal zurückkomme. Wenn auch festgestellt ist, daß der Inhalt des Wassers unter einer Einheit der Oberfläche für gleiche Tiefe weithin gleich ist, so ist es doch eine zweite Frage, ob nach der Tiefe hin eine ähnliche Verteilung und nicht etwa Sprünge, die die Rechnung stören müssen, vorkommen. Die Frage, wieweit es sich hier um eine weitere Regelmäßigkeit, die eine Rechnung gesichert erscheinen läßt, handelt, wird erst durch das Schlauchverfahren völlig erledigt werden können. Auf welche Tiefenerstreckung die üblichen Probeentnahmen zu verrechnen sind, kann stets strittig sein. Schlauchentnahmen haben immer eine berechenbare Tiefenerstreckung. Es fällt mir auf, daß nach neueren Untersuchungen manche Pflanzen in warmen Teilen des Ozeans sich in Tiefen größer als 25 m aufzuhalten pflegen. Auf dem Lande genügt die Nachtdauer vollständig, um den Stoffwechsel, soweit er Ausschluß des Lichts erfordert, geschehen zu lassen. Daß im warmen Wasser trotz der dort regelmäßig nahe 12 Stunden dauernden Dunkelheit doch noch von vielen pflanzlichen Protisten die Schattenregion bevorzugt wird, ist vorläufig unverständlich. Gerade im tropischen Ozean sind viele und volksstarke Tierfamilien ausschließlich auf Fang an der Oberfläche angewiesen, so die Porpiten, Velellen, Physalien, Janthinen, Glaucus und Halobatiden. Außerdem pflegen die Quallen, Rippenquallen, manche Copepoden und Fische namentlich an der Oberfläche zu leben. Dies deutet darauf hin, daß gerade hier die Nahrung reichlich sein muß. Es wird zwar nicht, wenigstens nicht von Lohmann, behauptet, daß die Oberfläche der warmen Hochsee im Durchschnitt ärmer sei, als jene Tiefe, auch könnte nächtliches Aufsteigen, so rätselhaft es auch für die Protistenwelt ist, kompensatorisch wirken. Eine genaue Verfolgung des Verhaltens, die wohl nur durch messendes

[1]) Lohmann, Untersuchungen über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde, N. F. A., Heft 1, 1912 und Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde, Berlin 1912, Nr. 2 a.

Schlauchverfahren geschehen könnte, bleibt wünschenswert. Für die Bestimmung von relativ seltenen Formen, z. B. von Copepoden, von deren Larven und Eiern wird selbst bei recht weiten Schläuchen meistens eine geringfügige Zahl gewonnen werden. Diese Fänge sind aber wahrscheinlich für das biologische Verständnis des Copepodenlebens von Bedeutung. Hier wird dann beachtet werden müssen, was die vorstehende Untersuchung über die möglichen Zahlenunterschiede bei Gleichmäßigkeit der Verbreitung nachweist.

Es pflegt die Anzahl der aufgefischten Zellen, der Eier usw. gezählt zu werden. Dies ist ja richtig für die Bestimmung der Besetzung eines Gewässers mit Organismen und für die Feststellung der Dichteänderungen, die die einzelne Art oder Artengruppe erleidet. Für die Ermittelung der Gleichmäßigkeit der Verteilung kann dies Verfahren aber täuschen. Gleichmäßig verteilte Einheiten können eigentlich nur die Keime und die Muttertiere sein. Die Pflanzenkeime bilden häufig Ketten und Bündel, die Tiere streuen mehr oder weniger zahlreiche Eier aus. Diese Produkte können zunächst nicht gleichmäßig verteilt sein, sondern bilden Anhäufungen von mehr oder weniger zahlreichen Zellen. Für ein großes Netz kommen diese Anhäufungen in der Regel nicht zur Geltung, weil meistens von den Keimen und Muttertieren eine größere Anzahl gefangen wird. Für den Schlauchfang können sie störend werden, weil das eine Mal vielleicht ein solches Zentrum gefangen wird, andere Male der Schlauch davon nichts fängt, da sein Querschnitt so sehr klein ist. Gleichmäßige Verteilung unter kleinster Fläche kann bei Schlauchfängen wohl nur für das Nanoplankton postuliert werden.

Es ist unbequem, daß kleine Zahlen der Arten in den Fängen den wirklichen Bestand nur unsicher erkennen lassen. Die Genauigkeit der Kenntnis der Fehler, die der Untersuchung in einem Wissenszweig anhaften, gibt erst, rein theoretisch genommen, die Wertstufe an, die diesem Zweig der Wissenschaft zukommt.

Übertrieben wäre es, bei den Einzeluntersuchungen über die Fehlergrenzen Rechenschaft zu geben, nur wird man sich bei Ziehung der Gesamtresultate dessen bewußt bleiben müssen, wie weit die Sicherheiten gehen.

Für Befunde von mehr als 100 Individuen einer Art würde festzustellen sein, daß Gleichmäßigkeit der Verteilung vorhanden ist, wenn die Abweichungen vom Mittel in einer Fangserie nicht mehr als $\pm$ 25% betragen. Sind Strecken in bestimmter Richtung durchlaufen, so können schon Abweichungen vom Mittel, die die genannte Höhe nicht erreichen, aber einen Gang aufweisen, als Nachweise für eine Veränderung der Dichte in bestimmter Richtung angesehen werden.

Die Untersuchungen der Kieler Schule dürften meines Erachtens schon hinreichen, um im allgemeinen die Verbreitung und die Zusammensetzung des Planktons zu erkennen. Es wird sich daher fortan sehr wesentlich darum handeln, den Unregelmäßigkeiten der Verbreitung systematisch nachzugehen und die daraus zu entnehmenden Schlußfolgerungen zu ziehen. Dabei wird es sich glücklicherweise nicht mehr um die Feststellung des quantitativen Vorkommens aller Planktonten handeln, sondern es kann eine Auswahl getroffen werden, um dem biologischen Verhalten der einzelnen Gruppen und Arten näherzutreten.

Es war mir ein recht großes Ereignis, als ich fand, daß die Planktonten gleichmäßig verteilt seien. Erst später erkannte ich, daß sie gleichmäßig verteilt sein müßten; wie man ja alle Konsequenzen aufgefundener Gleichungen auch nicht sogleich zu erkennen pflegt. Die weitere Konsequenz, die jetzt erst gezogen werden kann, ist die Aufgabe, zu erklären, wie die Ungleichmäßigkeiten entstehen müssen. Diese Ungleichmäßigkeiten sind z. T. mehr lokaler Art, z. T. scheiden sie größere Regionen voneinander. Die Ursachen können im Salzgehalt, Temperaturen, Wassertiefen und Strömungen, dem Einfluß des Ufers und noch so manchen anderen Verhältnissen gefunden werden; das läßt sich zurzeit kaum übersehen. Der Kern solcher Ungleichmäßigkeiten liegt aber in den biologischen Eigenschaften der Organismen, die mit den physischen Verhältnissen in Wechselwirkung treten. Die in den verschiedensten Richtungen ausgebildeten Eigentümlichkeiten der Lebewesen sind es doch, die die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Gestalten und der Lebensweise hervorgerufen haben dürften.

Um Einsicht in das Verhalten gewinnen zu können, bedarf der Verstand der Unterstützung durch Befunde, die um so hilfreicher sein werden, je spärlicher die Variationen sind, von denen sie abhängen, je einfacher also die Deutungsmöglichkeiten liegen. Diese scheinen mir im Meere viel spärlicher zu sein als auf dem Lande und selbst als in den süßen Gewässern. Die Organismen sind nicht von Trockenheit

und weniger von dem Wechsel der anorganischen Zufuhr und der Temperatur bedroht, als auf dem Lande. Sie können daher, ohne doch die unbequeme Kleinheit der Bakterien zu erlangen, möglichst einfach gebaut sein. Wenn die Protisten auch nicht identisch mit den Urorganismen sein mögen, so ist ihr Bau im Meere doch noch so einfach, daß der Unterschied von jenen nicht bedeutend sein kann. Daher werden viele der bei ihnen sich abspielenden vitalen Vorgänge auch schon zu Urzeiten vorgekommen sein. Insofern hat das Spezialstudium gerade des Nanoplanktons in bezug auf seine Verbreitungsart und seine Dichte auch nach dieser Seite hin ein besonderes Interesse. Das Rätsel der Dichtigkeit einiger Arten gegenüber der Spärlichkeit anderer Arten desselben Genus tritt, wie Lohmann gezeigt hat, schon bei diesem hervor. Es erwächst hier die Frage, ob Unregelmäßigkeiten bezüglich der relativen Häufigkeit der Arten gefunden werden.

Zeitliche Ungleichmäßigkeiten der Verteilung müssen sich natürlich immer dann einstellen, wenn und wo Laichperioden oder Wucherungen an Jahreszeiten gebunden sind. Ob Ungleichmäßigkeiten merklicher Art durch Heringszüge, durch Schwärme von Vellelen, Porpiten oder sonstiger Quallen entstehen können, ist eine noch offene Frage. Wieweit die Flüsse auf das Leben im Meere Einfluß haben, wird sich gleichfalls aus den Unregelmäßigkeiten der Verteilung entnehmen lassen.

Es hat daher einige Bedeutung für das, was entschieden als Ungleichmäßigkeit zu bezeichnen ist, einen Maßstab zu gewinnen.

Resümierend wäre zu sagen, daß die unvermeidlichen Ungleichheiten der Fänge, wie solche selbst bei absoluter Gleichmäßigkeit der Verteilung eintreten müssen, formuliert und nachgewiesen werden. Ferner wird das Maß vorgeschlagen, das erst als Beweis wirklich vorhandener Ungleichmäßigkeiten zu gelten hat. Endlich werden die Fälle erörtert, in denen die hier gegebenen Maße zu berücksichtigen wären.

Aus dem Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel. Hydrographische Abteilung. Nr. 10.

Beitrag zur Hydrographie der Belt- und Ostsee.

Von

Ernst Ruppin.

(Mit 12 Tabellen und 30 Kurven.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 209

Jahresmittel für den Salzgehalt der Beltsee und Ostsee 210

Quartalsmittel für Salzgehalt und Temperatur der Beltsee 213

Mittelzahlen für den Salzgehalt an den Feuerschiffen Fehmarnbelt bis Skagens Rev . . . 217

Einwirkung der Niederschläge und der Flüsse auf den Salzgehalt 227

Mittelzahlen für die Temperatur an den Feuerschiffen 234

Fortsetzung von: Quartalsmittel von Temperatur und Salzgehalt in der Beltsee 235

Quartalsmittel für Salzgehalt und Temperatur der Ostsee 236

Quartalsmittel für den Sauerstoffgehalt am Boden der Belt- und Ostsee 245

Die Beobachtungen der Jahre 1908/09 und 1910/11 247

a) Die westliche Beltsee 247

b) Die Mecklenburger Bucht 255

c) Die mittlere und östliche Ostsee 260

Zusammenfassung der Ergebnisse 272

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE MASS. LIBRARY

Bezeichnung und Lage der Stationen.

1 =	I	Gabelsflach	54° 30½′ NB.	10° 21′ ÖL.
	II		54° 30′	10° 2′
	III		54° 41′	10° 11½′
2 =	IV	Alsenbelt	54° 56′	10° 6′
	V		55° 9′	9° 47′
	VI		54° 39′	10° 41′
3 =	VII	Fehmarnbelt	54° 36′	11° 2′
4 =	VIII	Neustädter Bucht	54° 10′	11° 16′
	IX		54° 18′	11° 53′
	XVI		54° 29′	11° 49′
	XVII		54° 31½′	10° 45′
5 =	X	Kadetrinne	54° 27′	12° 11½′
	XI	Arkonabecken	54° 49′	13° 15′
	8		54° 54′	13° 12′
10 =	XIII		54° 35′	15° 30′
S_4 =	XIV	Bornholmtief	55° 20′	15° 30′
	11		55° 15′	16° 40′
	12	Danziger Bucht	54° 54′	19° 15′

Die Stationen sind auf den verschiedenen Fahrten nicht einheitlich bezeichnet worden, man achte im Text darauf, ob eine römische oder arabische Ziffer gewählt ist.

Einleitung.

Wenn ich nach der ausführlichen Behandlung, welche die Hydrographie der Ostsee durch Gehrke erfahren hat, mich noch einmal diesem Thema zuwende, so geschieht dies einer Anregung des Herrn Geheimen Reg.-Rat Prof. Dr. Brandt folgend hauptsächlich aus zwei Gründen. Erstens ist in der erwähnten Abhandlung das Gebiet vom kleinen Belt bis Gjedser nicht mitbehandelt worden. Dieser Teil der Ostsee ist aber von besonderer Wichtigkeit, denn einmal werden in diesem Gebiet weitaus die meisten Scholleneier der Ostsee abgelegt, da in ihm meistens die Verhältnisse so liegen, daß sich die Eier entwickeln können, und dann findet als Folge des ebenerwähnten Umstandes hier die hauptsächlichste deutsche Ostseeschollenfischerei statt. Der zweite Grund, der mich zu dieser Arbeit bewogen hat, liegt darin, daß, nachdem im Jahre 1907 die regelmäßigen vierteljährlichen Terminfahrten aufgehört haben, von deutscher Seite viele Fahrten in die Ostsee ausgeführt sind mit geringeren Zwischenzeiten als bisher, so daß wir einen etwas genaueren Einblick in die Vorgänge der Wasserbewegungen der Ostsee erhalten haben.

Ich bin mir völlig bewußt, daß sich Gebiete, wie es dasjenige zwischen Kiel und Gjedser ist, in dem derartig starke Ein- und Ausströmungen sowie Wassermischungen vorhanden sind, nicht durch so kurz dauernde Beobachtungen völlig studieren lassen. Ein abnormes Jahr, dessen Wirkungen auf Durchschnittswerte durch längere Beobachtungsreihen aufgehoben wird, kann bei der kurzen Zeit, in der die systematische Erforschung betrieben wird, bewirken, daß wir ein falsches Bild vom Zustand der See erhalten; ich werde darauf in einzelnen Sonderfällen noch zurückkommen. Wir müssen höchstwahrscheinlich nicht mit fünf- oder zehnjährigen Perioden rechnen, sondern mit solchen, die länger als ein Menschenleben dauern, zeigen doch die Minima und Maxima der Erträgnisse der Heringsfischerei an den Bohuslänschen Küsten säkulare Perioden, wie man solche auch für die allgemeinen meteorologischen Erscheinungen wohl annehmen muß. Zieht man zur Beurteilung die Beobachtungen langer Zeiträume heran, so darf man nicht vergessen, daß sich über die periodischen Erscheinungen dauernde Änderungen lagern können; werden z. B. die Zugänge des großen Beltes flacher, was dadurch geschehen kann, daß dort Gesteinsmaterial hintransportiert wird, oder daß der Boden im allgemeinen sich hebt, so muß Aussüßung der Ostsee eintreten, vertiefen sich die Zugänge, so findet das Gegenteil statt, worauf Hensen schon im 17.—21. Jahresbericht der Kieler Kommission zur Erforschung der deutschen Meere, Seite 113, hingewiesen hat.

Weiter liegt ein Grund für die Mangelhaftigkeit unseres Wissens vom Meere in den zu langen Zeiträumen, die zwischen den einzelnen Untersuchungen liegen, wenigstens in den ersten 6 Jahren des Bestehens der internationalen Meeresforschung. Die Terminfahrten fanden im Februar, Mai, August und November statt, es ist nicht sicher, ob wir damit richtig die charakteristischen Zeitpunkte getroffen haben, was die Maxima und Minima von Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoffgehalt angeht; ebensolche Unsicherheit besteht, ob wir die Übergangszeiten richtig getroffen haben. Denn wir wissen nicht, ob die charakteristischen Zeiten gerade $^1/_4$ Jahr auseinander liegen, und dann wissen wir sicher, daß wenn wir auch die Konstanten an einer Stelle bei einer Expedition richtig ermittelt haben, wir sie auf keinen Fall bei dieser Fahrt auf einer entfernteren ermitteln können, da die Übertragung der Phänomene von West nach Ost und umgekehrt Zeit in Anspruch nimmt. Trotzt dieser Mangelhaftigkeit des Materials, halte ich einen Rückblick über die gewonnenen Tatsachen für nützlich, schon um zu sehen, in welcher Richtung hinfort gearbeitet werden

muß, um unsere Kenntnisse zu erweitern und unserer Fischerei zu nützen. Ein ideales Ziel, namentlich für unsere Landwirtschaft wäre es, wenn es gelingen sollte, die Witterung für längere Zeit durch Beobachtungen des Meeres an geeigneter Stelle voraus zu sagen.

Jahresmittel für den Salzgehalt der Beltsee und Ostsee.

Zunächst habe ich die Durchschnittswerte für alle Stationen in den Jahren 1902—7 berechnet, wo Beobachtungen vorliegen bis 1911, sind sie auch berücksichtigt, und vereinige sie erstens in einer Tabelle 1

Tabelle 1.

Stat. 1 = I —20 m

Tiefe m	Temp.	Salz
0	8,28	15,61
10	8,07	16,49
15	7,46	18,31
B	6,65	19,32

Stat. 2 = IV —38 m

0	8,72	16,8
10	8,19	17,66
15	7,71	18,80
20	6,91	19,90
B	5,98	23,22

Stat. 3 = VII —38 m

0	8,17	14,38
10	8,07	16,11
15	7,92	17,10
20	7,31	19,52
B	6,4	23,3

Stat. 4 = VIII —25 m

0	8,16	12,67
10	8,05	14,00
15	7,36	15,48
B	6,56	19,23

Stat. 5 = X —30 m

0	7,88	10,26
10	7,66	11,83
15	7,18	14,16
20	7,14	15,78
B	6,80	16,58

Stat. 8 = XI —45 m

Tiefe m	Temp.	Salz
0	7,76	7,82
10	7,32	7,84
20	6,63	7,95
30	6,55	9,37
40	6,75	13,21
B	6,80	15,15

Stat. S_4 = XIV —96 m

0	7,86	7,31
10	7,62	7,33
20	7,42	7,33
30	6,43	7,36
40	5,12	7,43
50	4,31	8,57
55	4,42	10,00
60	5,06	11,37
65	5,55	13,06
70	4,85	14,38
75	4,53	15,30
85	4,50	16,14
B	4,36	16,49

Stat. 10 = XIII —65 m

0	7,99	7,37
10	7,86	7,37
20	7,73	7,39
30	6,68	7,42
40	5,17	7,53
50	4,43	8,52
B	5,05	12,41

Stat. 11 —80 m

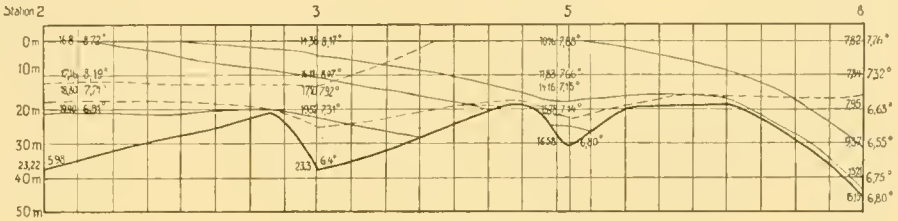
Tiefe m	Temp.	Salz
0	7,92	7,28
10	7,85	7,29
20	7,59	7,30
30	6,56	7,32
40	5,07	7,37
50	4,22	7,54
60	4,23	9,46
B	4,68	12,10

Stat. 12 —109 m

0	8,42	7,20
10	8,23	7,20
20	7,95	7,21
30	7,56	7,25
40	6,57	7,28
50	4,73	7,31
60	3,56	7,47
70	3,65	7,88
75	3,80	8,74
85	4,18	9,94
95	4,80	11,16
105B	4,86	11,67

Jahresdurchschnitt für Temperatur und Salzgehalt.

und außerdem eingezeichnet in Schnitte. Für diese Jahresschnitte lasse ich als Schnitt I die Stationen 2, 3, 5 und 8 zusammen; statt der Station 8 ist in den Jahren nach 1907 teilweise die Station XI beobachtet worden, die ein wenig südlicher liegt. Die Stationen 1 und 4 habe ich nicht mit in diesen Schnitt hineingezogen, weil sie außerhalb des Hauptstromweges gelegen sind. Schnitt II umfaßt die Stationen 8, S_4, 11, 12. In diesem ist Station 10 nicht aufgenommen,



Schnitt I. Schnitt für das Jahresmittel.

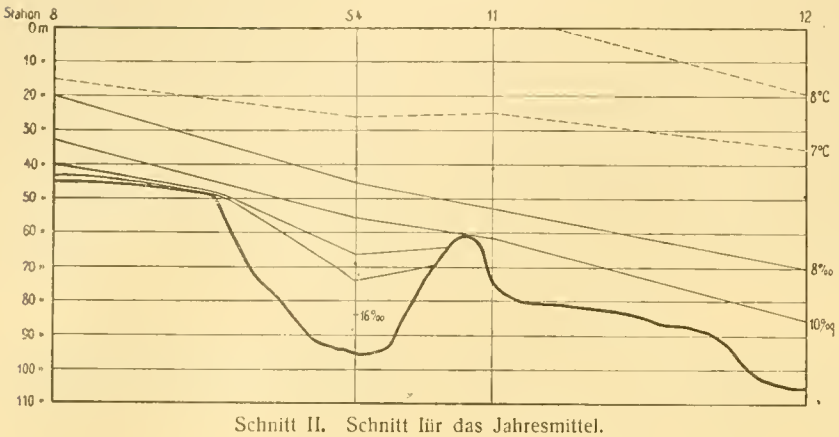
weil sie auf derselben Länge wie S_4 liegt, und die Stromtrift hauptsächlich westöstlich resp. umgekehrt geht. Man könnte beide Schnitte auch als einen darstellen, doch habe ich es vorgezogen, die beiden Meeresteile getrennt zu behandeln, weil sie durch die Darsser Schwelle schon von der Natur geschieden sind. Station 8 ist in den Schnitt I nur des Anschlusses wegen aufgenommen worden.

Betrachten wir zunächst einmal den Jahresschnitt I. Die Temperatur zeigt keine große Schwankungen, sie nimmt nach Osten zu ab, von 8,7° Alsenbelt an der Oberfläche bis auf 7,8 im Arkonabecken. Ähnlich ist die Abnahme nach der Tiefe, die gleichmäßig auf allen Stationen bis zur Darsser Schwelle bemerkbar ist. Das Minimum ist mit 6° auf Station 2 zu konstatieren. Aus den Temperaturen geht auch schon der anders geartete Charakter der Station 8 hervor, hier finden wir, wenn auch nur schwach angedeutet, ein Temperaturminimum in einer Schicht zwischen Oberfläche und Boden; auf die Entstehung desselben möchte ich bei Besprechung der östlichen Ostsee eingehen.

Der Salzgehalt zeigt die nach Osten schräg geneigten Isohalinen, deren Neigung besonders stark zwischen 5 und 8 ist, wobei jenseits der Darsser Schwelle der Neigungswinkel der Isohaline identisch zu sein scheint mit dem des Bodens, woraus man folgern muß, daß das salzige Wasser, das über die Darsser Schwelle getreten ist, einfach dem Gesetz der Schwere folgend, den tiefsten Ort zu erreichen strebt. Der Durchschnittssalzgehalt am Boden des Arkonabeckens beträgt 15,15‰, es ist durch die Darsser Schwelle, die 18 m tief ist, von der Kadetrinne getrennt. Das Bodenwasser hier hat einen höheren Salzgehalt, wird aber normalerweise nicht über die Schwelle treten können, dagegen ist in der Kadetrinne bei 18 m durchschnittlich derselbe Salzgehalt zu finden wie im Arkonabecken am Boden, so daß im allgemeinen ein Strom von Station 5 nach Station 8 fließen muß, der also häufig unterbrochen sein wird, wenn das spezifische Gewicht des Wassers bei Gjedser in 18 m Tiefe nicht mehr hoch genug ist. Auch im Westen des Schnittes verlaufen die Isohalinen schräg nach Osten geneigt, es hängt dies mit der allgemeinen westlichen Strömungstendenz an der Oberfläche zusammen, da aber das leichte Wasser der Beltsee in der Hauptsache seinen Weg nach dem Kattegat durch den großen Belt nimmt, sehen wir, daß Station 2 einen erheblich größeren Salzgehalt an der Oberfläche hat als Station 3. In der Tiefe ist dieser Unterschied nicht mehr zu finden, die 20‰ Isohaline verläuft zwischen den Stationen 2 und 3 horizontal.

Vom Jahresmittel der Station 1, die nicht mit in den Schnitt aufgenommen worden ist, ist zu erwähnen, daß ihr Salzgehalt an der Oberfläche zwischen dem von 2 und 3 liegt, während er am Boden mit dem von 3 in gleicher Tiefe identisch ist. Die Temperatur fällt an der Oberfläche mit der von 3 zusammen, während die Bodentemperatur etwas niedriger ist, allerdings ist der Unterschied nicht bedeutend, es ist immerhin möglich, daß ein oder das andere Jahr mit abnormen Verhältnissen das Mittel bei der geringen Zahl der Beobachtungen in unzulässiger Weise beeinflußt hat. Für Station 4 wiederum liegen die Werte von Temperatur und Salzgehalt zwischen denen von Station 3 und 5, zwischen welche sich 4 auch der geographischen Länge nach einordnet.

Gehen wir nun zum Schnitt II durch die eigentliche Ostsee über. Er erstreckt sich vom Arkonabecken nördlich um Bornholm herum, denn zwischen Bornholm und der deutschen Küste ist der Meeresboden so hoch gehoben, daß nur die Oberflächenwässer, die fast völlig homohalin und häufig homotherm sind, passieren können. Im Bornholmbecken senkt sich der Meeresboden ziemlich steil bis zur Tiefe von 95 m. Ebenso ist das Becken im Osten durch einen Anstieg abgeschlossen. Der Ausgang nach der



Schnitt II. Schnitt für das Jahresmittel.

Danziger Bucht ist verhältnismäßig schmal und nur 60—65 m tief, so daß im allgemeinen kein Bodenwasser vom Bornholmtief nach der Danziger Bucht gelangen kann. Nach der Rinne zwischen Stolper- und Mittelbank fällt der Meeresboden bis auf —80 m und senkt sich dann allmählich zur Tiefe der Danziger Bucht von ca. 105 m.

Wie in der Beltsee, sehen wir auch hier eine schräge Neigung der Isohalinen, ungefähr entsprechend der Bodensenkung nach Osten. Ein wenig wird die Stetigkeit der Neigung gestört durch die Bodenerhebung westlich Station 11. So finden wir die 8‰ Isohaline auf Station 8 in 20 m, auf S_4 in 45 m, auf Station 11 in 52 m und in der Danziger Bucht in 71 m. Einen ähnlichen Verlauf hat die 10‰ Isohaline, nur wird sie durch die Bodenerhebung bei Station 11 in die Höhe gerückt, so daß die Schicht von 8—10‰, die auf Station 8 eine Mächtigkeit von 12 m und in der Danziger Bucht eine solche von 15 m besitzt, auf Station 11 nur 10 m dick ist. Der Anstieg der 13‰ und 15‰ Isohaline im Bornholmtief nach dem östlichen Rande zu, ist willkürlich gezeichnet, in der Annahme, daß sich an dem Rücken das Wasser etwas stauen wird. Eine Andeutung hierfür finden wir auf Station 10, wo das Wasser am Boden einen Salzgehalt von 12,4‰ hat, während es auf Station S_4 in der entsprechenden Tiefe nur 11,4‰ Salz zeigt. In betreff der salzhaltigsten Bodenschichten sehen wir, daß sich das Bodenwasser der Danziger Bucht mit 11,67‰ Salz durchschnittlich dauernd von Station 11 her, erneuern kann, während nach Station 11 kein Bodenwasser von S_4 gelangt, da es nicht über den Rücken kommen kann. Dieser Rücken ist 60—65 m tief, in dieser Ebene beträgt der durchschnittliche Salzgehalt auf Station S_4 11,37—13,06‰, wir sehen also, daß das Bodenwasser von Station 12 und 11 aus diesem Niveau auf Station XIV stammen muß. Der Bodensalzgehalt auf Station 8 ist 15,15‰, also ausreichend, um im Durchschnitt daraus einen Strom nach Osten bis in die Tiefe von 73 m im Bornholmtief und bis zum Boden der Danziger Bucht zu unterhalten. Die tiefsten Schichten des Bornholmbeckens mit 16,49‰ Salzgehalt, können nicht mehr regelmäßig mit neuem Wasser versorgt werden, wir werden hier häufig stagnierendes Wasser finden.

Sehr charakteristisch ist die gewaltige homohaline Schicht, die sich auf allen Stationen der mittleren Ostsee findet, rechnet man dazu alles Wasser unter 8‰ Salz, so ist diese Schicht auf Station 8 20 m mächtig (7,82—7,95‰), auf Station 12 dagegen 70 m (7,20—7,88‰), faßt man dagegen den Begriff Homohalinität strenger und rechnet 8‰ in der Danziger Bucht schon zur Unterschicht und nimmt die Grenze hier mit 7,5‰ an, so ist die Dicke der homohalinen Schicht immer noch über 60 m.

Die Temperaturverteilung unterscheidet sich erheblich von der der Beltsee, wir sehen hier ein allmähliches Ansteigen der Oberflächentemperatur nach Osten, so daß im gesamten Gebiet von Alsen bis Danzig ein Minimum in Station 8 für die Oberflächentemperatur erscheint, Station S_4, 10 und 11 haben ziemlich gleiche Oberflächentemperaturen, während die Danziger Bucht wärmer, die Arkonatiefe kälter ist. So verläuft die 7° Isotherme auf Station 8 in 15 m, auf S_4, 10 und 11 in 25 m und in der Danziger Bucht in 34 m. Diese Abkühlung nach Westen wird durch die kalten Gewässer, die aus dem Bottnischen Meerbusen kommen, bewirkt und die sich am meisten im Schnitt Treileborg-Saßnitz zur Geltung bringen, weiter westlich wieder gewinnt die Anwärmung des Wassers der südlichen Gegend und der Landnähe die Oberhand, so daß die Temperatur in der Beltsee wieder steigt und an ihrem Ausgange bei Alsen am höchsten ist. Die 5° Isotherme ist auf Station 8 noch nicht zu finden, das Wasser ist hier nicht tief genug, dagegen tritt sie in S_4, 10 und 11 in 42 m, auf 12 in 48 m auf. Wasser unter 4° findet sich nur auf der Station 12 in der Danziger Bucht. Schon oben habe ich auf das Temperaturminimum in den Zwischenschichten

auf Station 8 aufmerksam gemacht. Das gleiche Phänomen treffen wir auch auf den anderen Ostseestationen an.

Temperaturminimum im Jahresdurchschnitt.

8			S_4			10			11			12		
Tiefe	Temp.	Salz	Tiefe	Temp.	Salz	Tiefe	Temp.	Salz	Tiefe	Temp.	Salz	Tiefe	Temp.	Salz
30 m	6,55°	9,37‰	50 m	4,31°	8,57‰	50 m	4,43°	8,52‰	50 m	4,22°	7,54‰	60 m	3,56°	7,47‰.

Von West nach Ost sehen wir ein Zunehmen der Tiefen, in denen das Minimum auftritt, eine Abnahme der Temperatur und des Salzgehaltes. Erinnern wir uns, daß gleichzeitig eine Zunahme der Dicke der homohalinen Schicht nach Osten erfolgt, so werden wir vermuten, daß beide Erscheinungen in einem Zusammenhange miteinander stehen. Durch die ganze Schicht von gleichem Salzgehalte wird die winterliche Kälte in die Tiefe hinabgetragen in verhältnismäßig kurzer Zeit, so daß in nicht allzu kalten Wintern das Wasser durch die ganze homohaline Schicht hindurch auch homotherm und homobar ist. Das Wasser hat bei den hier in Betracht kommenden Salzgehalten dann eine Temperatur von ca. 2,5°. Die sommerliche Erwärmung schreitet verhältnismäßig langsam nach der Tiefe fort und wird hauptsächlich durch Mischung infolge von Wind und Seegang transportiert. Ist das Wasser tief genug, so muß die Wintertemperatur beinahe beibehalten werden, bis die neue Abkühlung eintritt, dagegen sind die salzigen Unterschichten gegen die winterliche Abkühlung durch ihr hohes spezifisches Gewicht geschützt, sie beteiligen sich nicht mehr an der Vertikalzirkulation, so daß ihre Temperatur immer etwas höher sein muß. Am reinsten sehen wir das Phänomen auf Station 12. Das Temperaturminimum fällt zusammen mit der Grenze der homohalinen Schicht (bis 7,5‰ gerechnet). Die Temperatur ist ein wenig höher als derjenigen des größten spezifischen Gewichts bei konstantem Salzgehalt entspricht, da in dieser Tiefe Temperaturen unter derjenigen, die das höchste spezifische Gewicht bei gleichem Salzgehalt zeigt, fast nie vorkommen (einmal in der ganzen Zeit), während dadurch, daß die untere wärmere Schicht einmal etwas höher steht, oder durch Mischung sommerliche Wärme bis in dieses Niveau gebracht wird, die Temperaturen sich gelegentlich erhöhen. Die Temperaturverteilung auf Station 11 ist die gleiche wie auf Station 12, anders dagegen auf 8 und S_4.

Auf Station 8 ist die homohaline Schicht nicht sehr ausgebildet, infolgedessen wird die sommerliche Erwärmung auch die Grenzschicht zum Teil noch miterfassen, andrerseits sind auch die unteren Schichten noch der Erwärmung teilhaftig geworden. Dadurch ist das Minimum nicht so niedrig wie auf den tieferen Stationen, auch fällt es nicht mit der Grenze der homohalinen Schicht zusammen. Da sich die mittleren Schichten auf Station S_4 regelmäßig von 8 her erneuern können, so ist das Minimum zwar auch hier nicht an der Grenze der homohalinen Schicht zu finden, sondern tiefer, allerdings nun bei 8,57‰, während es auf Station 8 bei 9,37‰ lag, die Temperatur des Minimums ist auch erheblich gefallen, von 6,55 auf 4,31°, infolge des Umstandes, daß die Ebene hier 20 m tiefer liegt. Die hohen Bodentemperaturen von Station 8 bewirken auf S_4 das Auftreten eines sekundären Temperaturmaximums in 65 m von 5,55° und 13,06‰ Salz. Wie schon oben erwähnt, wird aus dieser Schicht das Wasser am Boden von Station 11 und 12 erneuert und daher ist dieses wärmer als das darüberlagernde kalte Wasser der unteren Grenze der homohalinen Schicht. Unterhalb 65 m nimmt mit steigendem Salzgehalt auch die Temperatur auf Station S_4 wieder ab. Das Wasser hier wird nicht mehr so häufig erneuert wie an den anderen Stellen, wir werden später sehen, woher die niedrige Temperatur stammt.

Quartalsmittel für Salzgehalt und Temperatur der Beltsee.

Um einen mehr ins einzelne gehenden Einblick in die Wasserbewegungen zu erhalten, müssen wir von den Jahresmitteln zu den Quartalsmitteln übergehen. Ich habe sie aus den Beobachtungen der Terminfahrten gebildet und auch die Beobachtungen der späteren Jahre herangezogen. Fielen 2 Beobachtungen in denselben Monat, so wurde das Mittel für die Berechnung verwendet, gelegentlich ist eine Zahl vom Ende des vergangenen oder vom Anfang des folgenden Monats mitbenutzt worden, was besonders im Hochsommer und Winter ohne Bedenken ist, im Frühjahr und Herbst sollte man es eigentlich nicht tun, namentlich nicht für die Temperaturmittel, da in diesen Jahreszeiten die Temperatur sich fast sprunghaft ändert; nicht in die Terminfahrtmonate fallende Untersuchungen sind nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 2.

	Februar		Mai		August		November	
Tiefe m	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰
				Stat. 1.				
0	1,62	18,44	7,28	14,64	17,04	14,02	8,31	15,33
10	1,82	19,33	6,55	15,58	15,87	15,04	8,33	15,65
15	1,85	20,38	5,46	17,35	13,74	19,34	8,79	16,18
20(B)	1,85	20,63	4,41	18,68	11,17	20,98	9,17	16,37
				Stat. 2.				
0	1,58	20,03	7,81	14,98	16,92	16,00	8,64	16,36
10	1,51	20,51	7,16	15,71	15,30	17,85	8,78	16,56
15	1,81	20,73	5,56	17,36	14,29	19,68	9,22	17,41
20	1,69	20,80	4,39	19,31	12,06	21,48	9,49	18,02
B	2,72	22,41	3,40	22,54	7,81	25,83	9,99	22,10
				Stat. 3.				
0	1,33	16,72	7,29	13,37	16,54	13,77	8,16	13,65
10	1,67	18,72	6,42	15,06	15,66	15,95	8,53	14,71
15	1,81	19,54	5,95	16,19	14,84	17,68	8,72	15,03
20	2,03	20,47	4,92	19,09	13,43	20,45	8,85	18,07
B	2,34	22,21	4,38	22,71	9,30	26,92	9,57	21,36
				Stat. 4.				
0	1,17	15,41	7,16	11,19	17,04	11,24	7,92	12,85
10	1,30	15,87	6,23	13,92	16,58	12,58	8,25	13,63
15	1,66	16,71	5,46	15,26	14,65	14,84	8,76	15,12
20(B)	2,62	18,38	3,89	18,43	9,80	22,09	9,92	18,03
Boden	ccm O_2	%	ccm O_2	%	ccm O_2	%	ccm O_2	%
Stat. 1	7,66	90	5,84	72	4,42	64	6,05	82
„ 2	7,29	87	5,69	70	3,65	51	2,10	30
„ 3	7,83	94	6,67	84	4,97	72	5,75	81
„ 4	6,98?	82	6,73	82	4,09	58	5,07	70
				Stat. 5.				
0	1,30	12,16	6,20	9,18	15,98	9,11	8,05	10,57
10	1,43	14,16	5,80	10,73	15,24	11,61	8,17	10,82
15	1,67	15,92	4,56	14,84	14,69	14,28	8,37	11,58
20	1,78	16,61	4,35	16,15	13,75	17,16	8,69	13,21
B	1,81	17,09	4,09	17,06	12,32	18,46	8,97	13,71
Boden	O_2 ccm 8,41 ccm	96%	7,31 ccm	88%	4,94 ccm	72%	6,63 ccm	87%
				Stat. 8.				
0	1,85	8,18	5,76	7,58	14,94	7,64	8,47	7,96
10	1,80	8,17	5,50	7,60	14,30	7,64	8,63	7,94
20	1,75	8,29	4,95	7,69	11,54	7,81	8,31	8,02
30	1,78	9,64	4,15	8,60	11,59	10,08	8,68	9,14
40	2,53	15,38	3,89	12,72	11,70	14,18	8,87	10,55
B	2,58	17,11	4,03	15,30	11,73	15,31	8,87	12,87
Boden	O_2 ccm 7,86 ccm	91%	6,79 ccm	81%	4,89 ccm	70%	6,44 ccm	85%

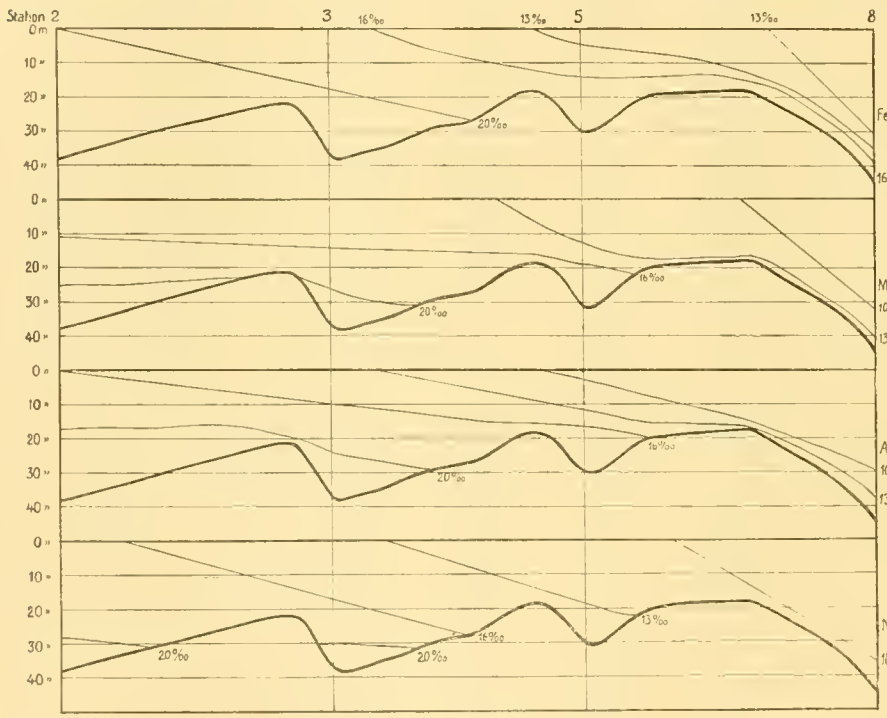
Stat. 8.

	Februar		Mai		August		November			
Tiefe m	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰		
0	1,85	8,18	5,76	7,58	14,94	7,64	8,47	7,96		
10	1,80	8,17	5,50	7,60	14,30	7,64	8,63	7,94		
20	1,75	8,29	4,95	7,69	11,54	7,81	8,31	8,02		
30	1,78	9,64	4,15	8,60	11,59	10,08	8,68	9,14		
40	2,53	15,38	3,89	12,72	11,70	14,18	8,87	10,55		
B	2,58	17,11	4,03	15,30	11,73	15,31	8,87	12,87		
				Stat. S_4.					März	
0	2,36	7,38	5,12	7,34	15,62	7,27	8,32	7,23	1,98	7,27
10	2,41	7,43	4,81	7,34	15,06	7,26	8,29	7,23		
20	2,43	7,44	4,62	7,36	14,35	7,26	8,29	7,27		
30	2,46	7,46	4,14	7,39	10,87	7,35	8,25	7,32		
40	2,55	7,46	3,59	7,42	6,15	7,47	8,17	7,36		
50	4,01	8,65	2,87	8,72	4,12	8,55	6,23	8,36	3,00	9,75
55	3,94*	9,41	2,83	10,63	4,25	9,78	6,66	10,19		
60	5,53	10,11	3,33	12,54	4,17	10,93	7,19	11,89	5,12	13,89
65	6,50	12,35	3,65	13,50	4,98	13,19	7,07	13,18	4,50	14,11
70	5,01	14,56	4,24	14,23	4,13	14,39	6,02	14,29	5,98*	14,58
75	5,07	15,21	4,21	15,46	4,09	15,41	4,75	15,13	4,92	15,28
85	5,21*	16,40	4,24	16,18	4,17	16,26	4,39	15,71	4,16	15,34
B	4,79	16,76	4,28	16,47	4,30	16,62	4,07	16,26	4,30	16,13*
				Stat. 10 = XIII.						
0	2,46	7,48	4,94	7,39	16,14	7,34	8,43	7,28		
10	2,63	7,49	4,66	7,38	15,65	7,33	8,47	7,26		
20	2,62	7,49	4,56	7,39	15,36	7,37	8,46	7,29		
30	2,63	7,49	4,30	7,42	11,30	7,43	8,49	7,33		
40	2,68	7,77	3,75	7,48	5,90	7,49	8,50	7,37		
50	4,16	9,06	2,79	8,37	3,89	9,16	6,87	7,50		
B	6,10	13,29	3,93	12,64	4,20	13,19	6,03	10,93		
				Stat. 11.						
0	2,25	7,31	4,95	7,33	15,58	7,20	8,89	7,27		
10	2,26	7,33	4,78	7,31	15,44	7,18	8,91	7,34		
20	2,25	7,34	4,48	7,35	14,70	7,20	8,92	7,29		
30	2,32	7,37	4,29	7,35	11,27	7,26	8,36	7,30		
40	2,47	7,37	3,67	7,41	6,32	7,37	7,88	7,33		
50	2,58	7,44	3,09	7,59	3,98	7,63	7,24	7,48		
60	4,18	9,80	3,18	10,13	4,01	9,44	5,54	8,48		
B	4,71	11,96	4,00	13,14	4,20	11,50	5,79	11,80		
				Stat. 12.						
0	2,23	7,27	5,94	7,09	16,18	7,22	9,34	7,21		
10	2,28	7,29	5,59	7,10	15,82	7,21	9,23	7,21		
20	2,32	7,29	4,70	7,16	15,53	7,19	9,25	7,20		
30	2,37	7,32	3,79	7,25	14,90	7,22	9,19	7,20		
40	2,39	7,30	3,24	7,30	11,44	7,27	9,20	7,23		
50	2,42	7,33	2,94	7,33	6,11	7,32	7,46	7,27		

Stat. 12 (Fortsetzung).

	Februar		Mai		August		November	
Tiefe m	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰	Temp.° C	Salz ‰
60	2,62	7,36	2,70	7,43	3,40	7,41	5,50	7,69
70	3,43	8,09	2,89	7,86	3,54	7,48	3,83	8,07
75	3,80	8,73	3,41	9,17	3,66	8,05	3,92	9,00
85	4,33	9,40	4,13	10,57	3,74	9,39	4,52	10,38
95	5,12	11,01	4,72	11,45	4,64	11,19	4,71	10,97
B	5,28	11,59	4,68	11,82	4,65	11,82	4,84	11,39

Ich habe die Zahlen in Tabellen geordnet und gleichzeitig Schnitte III gezeichnet, in denen ich den Verlauf der 20, 16, 13 und 10 ‰ Isohaline darstelle. Das allgemeine nach Osten zu Abfallen der Isohalinen springt auch hier wieder sofort in die Augen; eine einzige Ausnahme ist zu verzeichnen, der Durchschnittssalzgehalt im August ist für das Bodenwasser von Station 3 26,92 ‰, während wir in Station 2 nur 25,83 ‰ finden. Es hängt dies von dem Einströmen stark salzigen Wassers durch den großen Belt zusammen, dem Station 3 in einem tiefen Loch vorgelagert ist, in dem die Wassermischung nicht sehr rasch vor sich geht. Station 2 dagegen ist in größerer Entfernung vom großen Belt gelegen; die 20 ‰ Isohaline zeigt schon wieder das normale Verhalten. Zunächst möchte ich auf eine Willkür in den Schnitten hinweisen, die vielleicht nicht den Tatsachen entspricht; ich meine die Führung der 16 ‰ Isohaline im Februar und der 13 ‰ Isohaline im Mai und August. Ob diese Linien in Wahrheit stetig über die Darsser Schwelle gehen, wissen wir nicht. Wir müssen bei künftigen Untersuchungen eine Station in die 18 m tiefe Rinne der Schwelle legen.



Schnitt III. Schnitt für Quartalsmittel.

Das einfachste Verhalten zeigt das Wasser mit weniger als 10 ‰ Salz, solange wir nur seine ostwestliche Erstreckung ins Auge fassen. Im Februar ist sie am geringsten, im August am größten, in diesem Monat reicht das Wasser, dessen Salzgehalt unter 1 ‰ liegt, noch erheblich westlicher als Station 5, im November dagegen hat es sich schon ein ganzes Stück wieder nach Osten zurückgezogen. Dieses Verhalten ist nun durchaus parallel den meteorologischen Verhältnissen. Im Winter sind die Niederschläge geringer als im Frühjahr und dann werden sie außerdem durch den Frost zurückgehalten, in Gestalt von Eis und Schnee, während im Sommer die Wirkung der Niederschläge noch durch das im Frühjahr schmelzende Eis und die schwindende Schneedecke verstärkt wird. Betrachten wir aber außer der Flächenausdehnung auch die Mächtigkeit der 10 ‰ und weniger Salz enthaltenden Schicht auf Station 8, so wird uns klar, daß noch andere Ursachen am Zustandekommen des Phänomens mitwirken müssen. Im Februar

liegt die 10‰ Isohaline an Station 8 zwischen 30 und 31 m, im Mai bei 33 m, im August bei 30 m und im November bei 36 m. Während also die ost-westliche Ausdehnung des schwach salzigen Wassers entsprechend den Witterungserscheinungen nur eine jährliche Periode mit einem Maximum zeigte, finden wir in der Tiefenentwicklung eine Periode mit 2 Maximis und Minimis. Diese 2 Maxima und Minima werden wir bei näherer Betrachtung auf allen Stationen des Gebietes wiederfinden, wenn sie in einem Niveau durch Zusammenwirken von noch mehr Ursachen verschwinden, tauchen sie deutlich in einer anderen Horizontalebene auf.

Das Maximum der Tiefenentwicklung des Wassers mit weniger als 10‰ Salz, das wir im November an Station 8 antreffen, ist bedeutend stärker ausgebildet als das im Mai, dementsprechend finden wir, daß die 13‰ Isohaline im November überhaupt nicht sich bis nach Station 8 erstreckt, während die 16‰ Isohaline nicht über den Fehmarnbelt hinaus gelangt.

Gewaltige Wassermengen mit über 20‰ Salz treffen wir im Winter im Westen der Beltsee an, auf Station 2 finden wir überhaupt kein Wasser unter 20‰. Dabei ist das Bodenwasser nicht abnorm salzig, es hat fast denselben Gehalt wie im November und Mai. An der Oberfläche, die nicht mehr direkt von dem nach West setzenden Strom, der aus der mittleren Ostsee kommt, getroffen wird, finden wir wieder eine Periode mit nur einem Minimum und Maximum. Das Maximum liegt im Winter, das Minimum im Mai. Hier können wir uns auch das Auftreten des winterlichen Maximums im Salzgehalt, das sich besonders an der Oberfläche zeigt, erklären. Geringe Zufuhr süßen Wassers, bei starker Mischung durch Sturm mit den unteren Schichten, läßt den Salzgehalt oben steigen. Auch am Boden haben wir nur ein Maximum im Salzgehalt und zwar ein sehr großes im August. Der Salzgehalt steigt hier bis auf 25,8‰. Verfolgen wir nun sämtliche Schichten von unten nach oben, so finden wir 2 Maxima und Minima, nicht mehr so ausgesprochen, wie jedes für sich an der Oberfläche resp. am Boden in Erscheinung trat, da sich die Gipfel verflachen und die Täler erhöhen, aber wir sehen, woher die 2 Maxima und Minima kommen, durch Übereinanderlagern von 2 Kurven mit je einem Maximum zu verschiedenen Zeiten.

Auf Station 3 zeigt der Gang des Oberflächensalzgehaltes ein großes Maximum im Februar (ob das niedrige Maximum im August tatsächlich besteht oder auf einem fehlerhaften Mittel infolge einer zu geringen Beobachtungszahl beruht, können nur weitere Untersuchungen lehren. Allerdings können wir an sämtlichen Feuerschiffen von Fehmarn bis Skagen ein Maximum im Oberflächensalzgehalt für den August konstatieren). Entsprechend der östlichen Lage und vor dem großen Ausgange für den west setzenden Oberflächenstrom ist der Salzgehalt auch im Februar erheblich geringer als in Station 2, obgleich der Gang der Salzgehaltskurve dem an dieser Station ähnelt, d. h. die Höhe des winterlichen Salzgehaltes wird bedingt durch Verringerung des aus dem Osten kommenden süßen Wassers und Vermischung mit den tieferliegenden salzigen Schichten. Im Bodenwasser an dieser Stelle bewegt sich der Gang des Salzgehaltes auch in einer Kurve mit einem Maximum im August. Hier ist es so hoch, wie an keinem anderen Ort der Ostsee, es steigt auf beinahe 27‰ Salz an (26,92). Die dazwischen liegenden Schichten zeigen alle die aus der Kombination dieser 2 Kurven entstehende, mit den beiden Maximis, das eine im Sommer, das andere im Winter. Da in Station 3 für das Bodenwasser das Sommermaximum am größten ist, so müssen wir seiner Ursache am nächsten sein, und man muß mit Recht vermuten, daß das Sommermaximum durch Wasser verursacht wird, das dem großen Belt entstammt.

Mittelzahlen für den Salzgehalt an den Feuerschiffen Fehmarnbelt bis Skagens Rev.

Ganz in der Nähe von Station 3 ist das Fehmarnbelt Feuerschiff gelagert, etwas weiter östlich in einer Wassertiefe von 28 m. Von diesem Feuerschiffe besitzen wir durch eine längere Reihe von Jahren Aufzeichnung über Temperatur und Salzgehalt am Boden und an der Oberfläche vom Morgen und Abend. Wenn auch die einzelne Beobachtung mit erheblichen Fehlern behaftet sein mag, besonders hin und wieder offensichtliche Schreibfehler vorkommen, so sind doch, wie dänische Versuche gezeigt haben, die gleichzeitig am Feuerschiff aräometrisch bestimmte Werte mit später im Laboratorium durch Titrieren festgelegten verglichen haben, die Mittelwerte recht zuverlässig.

Ich gebe zunächst die Mittelwerte für Temperatur und Salz, nach Dekaden geordnet, für die Jahre 1903—1911 (Tabelle 3). In den Jahren 1903, 4, 5 beginnen die Beobachtungen erst im Frühjahr, 1903

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

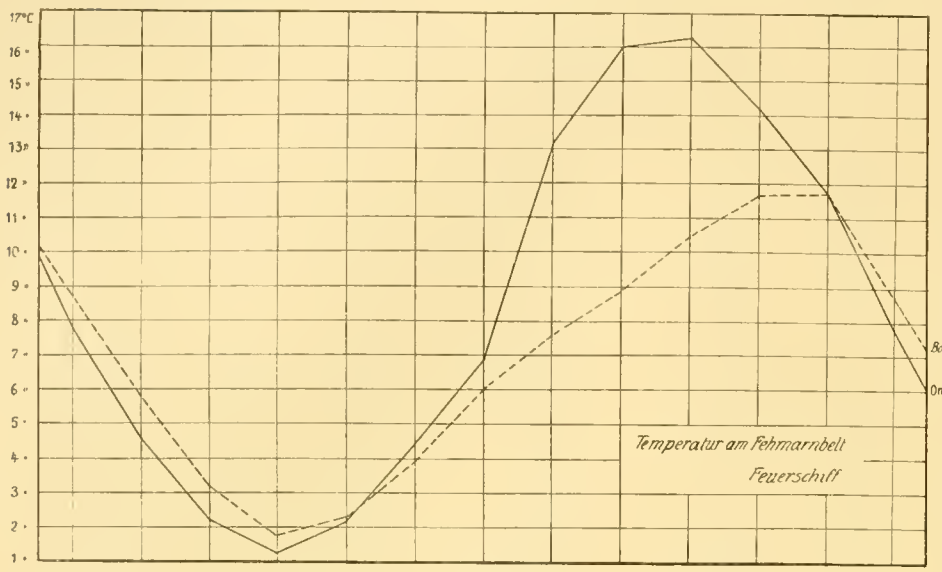
Kurve IV. Fehmarnbelt Feuerschiff, Salzgehalt, links am Rand Zählung für Dekadenkurve, rechts für Monatskurve.

und 1904 hören sie schon Mitte Dezember auf, 1911 sind sie nur bis zum Oktober berücksichtigt. In der Figur IV zeigt die Kurve für den Salzgehalt an der Oberfläche nach Dekaden an, daß die Zahl der

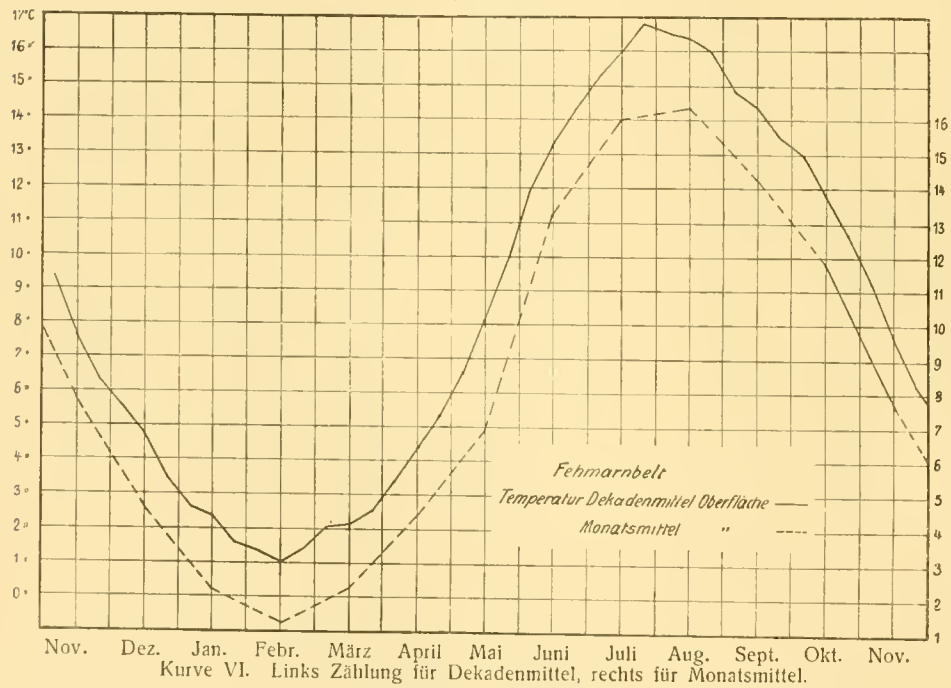
Tabelle 3. Fehmarnbelt Feuerschiff.

	Salz ‰		Temperatur ° C	
	oben	unten	oben	unten
Jan. 1—10	14,88	20,23	2,57	3,88
10—20	18,17	20,28	2,40	3,32
20—31	16,37	20,43	1,60	2,37
Februar	16,18	20,38	1,35	1,88
	14,45	19,43	1,03	1,65
	15,23	20,07	1,43	1,68
März	13,28	19,93	2,07	2,17
	12,59	20,03	2,14	2,30
	11,36	19,88	2,55	2,45
April	12,17	19,77	3,46	3,23
	12,22	19,51	4,36	3,77
	13,44	18,91	5,33	4,63
Mai	12,23	18,79	6,58	5,36
	11,38	20,63	8,15	6,06
	10,66	22,17	9,91	6,66
Juni	11,06	23,72	11,95	7,33
	10,68	24,02	13,29	7,24
	12,07	24,43	14,38	8,19
Juli	12,63	25,44	15,20	8,59
	12,53	26,50	16,00	8,57
	11,67	25,93	16,81	9,44
August	11,97	25,41	16,54	10,10
	13,27	24,88	16,37	10,42
	13,44	24,13	16,01	10,88
September	14,03	23,34	14,85	11,23
	12,32	21,57	14,37	11,93
	11,07	21,00	13,51	11,79
Oktober	12,20	20,49	12,97	12,13
	12,53	19,43	11,80	11,90
	12,09	19,49	10,70	11,13
November	12,54	19,94	9,33	10,55
	14,79	20,12	7,65	8,55
	16,30	20,90	6,29	7,21
Dezember	15,85	20,51	5,54	6,58
	16,08	20,41	4,75	5,75
	14,83	21,37	3,49	5,05
Januar	16,47	20,31	2,19	3,19
Februar	15,29	19,96	1,27	1,74
März	12,41	19,95	2,25	2,31
April	12,61	19,40	4,41	3,88
Mai	11,42	20,53	6,88	6,03
Juni	11,27	24,06	13,21	7,59
Juli	12,28	26,00	16,00	8,87
August	12,89	24,81	16,31	10,47
September	12,47	21,97	14,24	11,65
Oktober	12,31	19,80	11,83	11,72
November	14,54	19,99	7,76	8,77
Dezember	15,59	20,76	4,59	5,79
10. Jan. bis 10. Febr.	16,91	20,36	20. Dez. bis 20. Jan.	S. ‰ oben 15,96
Februar	14,32	19,81		15,00
März	12,04	19,89		13,70
April	12,63	19,07		11,92
Mai	11,04	22,18		12,35
Juni	11,79	24,63		10,80
Juli	12,06	25,95		12,43
August	13,91	24,12		12,30
September	11,86	21,02		13,26
Oktober	12,39	19,62		11,93
November	15,65	20,51		13,14
Dezember	15,26	20,67		16,08
Mittel	13,32	21,49		

Beobachtungsjahre zu gering ist, die Kurve würde sonst wohl etwas regelmäßiger verlaufen. Es liegen nun zwar Beobachtungen über eine längere Reihe von Jahren vor, doch wollte ich sie nicht mit berücksichtigen, da wir für die Terminstationen aus diesen Jahren keine Zahlen besitzen. Ich habe deshalb außerdem noch die Kurven für die Monatsmittel gezeichnet und zwar einmal als Mitteltag den 5., dann den 15. und den 25. Tag des Monats genommen. Die Kurven fallen nicht zusammen, ja gelegentlich zeigt die eine ein Maximum und ein Minimum, das in der anderen nicht zu finden ist. Die Unregelmäßigkeiten der Dekadenkurve sind verschwunden, leider ist aber auch manche Zacke, der sicher eine reale Bedeutung zukommt, nicht mehr zu sehen oder stark abgeschwächt. An diesen Kurven sehen wir auch, wie wir in Station 3 mit den Terminbeobachtungen die charakteristischen Maxima und Minima nicht getroffen haben. Die Novemberbeobachtungen liegen im Anfang des Monats auf einem stark ansteigenden



Kurve V.



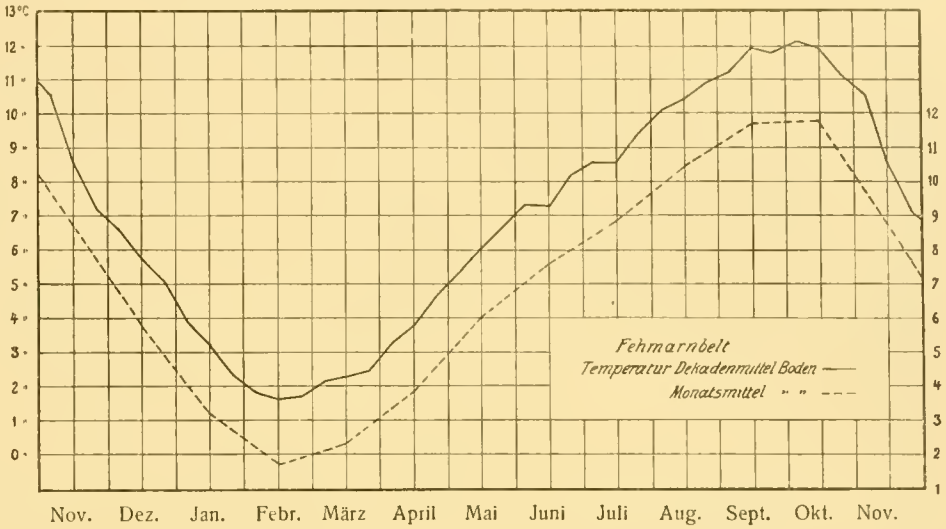
Kurve VI. Links Zählung für Dekadenmittel, rechts für Monatsmittel.

Aste der Bodenkurve. Das absolute Maximum liegt in der ersten Hälfte des Januar, aber die Terminbeobachtung findet im Februar statt, wo der Salzgehalt im Durchschnitt mehr als 2 ‰ niedriger ist; ebensowenig haben wir das absolute Minimum getroffen, das Ende Mai bis Anfang Juni an der Oberfläche eintritt. Nur die Augustbeobachtung liegt für die Oberfläche und den Boden ziemlich günstig.

Groß ist der Unterschied im Habitus der Salzgehaltskurve der Oberfläche und des Bodens. Die Oberflächenkurve verläuft äußerst unregelmäßig, in der Dekadenkurve werden mindestens 6 große Maxima gezählt, November, Januar, April, Juli, September, Oktober, selbst in der Kurve nach Monatsmitteln am 25. sind noch 4 Maxima erhalten (November, Januar, April, August). In der Bodenkurve fällt zunächst das große Maximum im Juli auf in der Monatskurve, daneben existiert noch ein ganz flaches im Winter, das sich noch nicht um 2 ‰ über das tiefste Minimum erhebt. Nun verändern viele Ursachen den Salzgehalt der Oberfläche, Niederschläge, Zuflüsse vom Lande, Wind und Eisbildung, während auf den Bodensalzgehalt nur 2 Ursachen einwirken, Durchmischung mit den oberen Schichten und Zufluß stärker salzigen Wassers. Dabei scheinen sich während des größten Teils des Jahres diese beiden Ursachen ungefähr die Wage zu halten. Nur im Sommer erfolgt ein intensiver Zufluß salzigen Wassers, den ich als Reaktionsstrom gegen das ausströmende weniger salzige Wasser an der Oberfläche ansehen möchte, dieser ausgehende Strom hat an der Grenze zwischen Frühjahr und Sommer sein Maximum. Das flache Wintermaximum im Bodensalzgehalt rührt daher, daß das Oberflächenwasser, mit dem sich das einströmende mischt, im Winter ein ausgesprochenes Maximum

im Salzgehalt zeigt. Die Unterschiede des spezifischen Gewichts der Wasserschichten zwisch. Fehmarnbelt einerseits und Kattegat andrerseits müßten eher ein Minimum für den Winter am Boden bedingen, aber die Durchmischung mit dem im Winter am salzigsten Oberflächenwasser läßt dies an der Kurve nicht erkennen.

Die beste Übersicht wird gewonnen, wenn die Verhältnisse im Kattegat mit herangezogen werden. Hier liegen uns die vorzüglichen, sehr ausführlichen Beobachtungen der dänischen Feuerschiffe vor. Ich habe die Monatsmittel für die Jahre 1902—08 sowohl nach Salzgehalt und Temperatur für Schultz Grund, Lappegrund, Anholt Knob, Kobbergrund, Skagens Rev berechnet (Tabelle 4) und in Kurven eingezeichnet, um sie mit



Kurve VII. Links Zählung für Dekadenmittel, rechts für Monatsmittel.

Tabelle 4.

Feuerschiff Schultz Grund.

	t						S					
	0	5	10	15	20	B	0	5	10	15	20	B
Januar	2,1	2,2	2,5	3,9	4,9	5,3	21,8	22,1	23,2	26,3	28,2	29,1
Februar	1,5	1,5	1,7	2,6	3,5	3,9	22,2	22,4	23,2	25,5	27,7	28,9
März	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	3,6	17,4	17,8	19,6	24,6	27,9	29,4
April	4,5	4,4	4,1	4,0	3,9	4,0	16,6	17,2	19,1	25,8	29,5	30,7
Mai	9,0	8,8	7,8	5,6	4,8	4,7	16,3	16,8	19,2	27,4	31,4	32,2
Juni	14,2	14,1	12,2	6,9	5,6	5,5	14,8	15,6	18,4	28,4	31,9	32,5
Juli	16,4	16,4	15,4	10,5	7,4	6,9	16,8	17,5	19,1	27,8	31,4	32,3
August	16,7	16,6	16,3	14,3	11,7	10,7	18,0	18,5	19,8	24,0	29,2	30,4
September	14,3	14,4	14,4	14,1	13,0	12,4	17,7	18,3	19,4	22,5	26,6	28,7
Oktober	11,4	11,6	11,7	12,0	12,0	11,8	16,7	17,3	19,0	24,8	29,3	30,4
November	7,3	7,5	7,8	9,2	10,2	10,4	19,5	19,9	21,0	25,2	30,6	31,7
Dezember	4,4	4,5	4,9	6,1	7,3	7,9	21,6	22,1	23,5	26,4	29,3	30,4
Feuerschiff Anholt Knob.												
Januar	2,2	2,4	2,6	3,8	4,9	6,5	24,0	24,3	25,1	27,1	29,8	32,3
Februar	1,4	1,7	1,9	2,9	3,7	4,6	24,6	24,9	25,7	27,9	30,3	32,2
März	2,0	2,2	2,2	2,9	3,3	3,7	20,5	21,0	22,6	27,1	30,7	32,4
April	4,3	4,4	4,1	4,0	3,8	4,1	18,3	18,7	21,0	27,9	31,9	33,1
Mai	9,1	9,0	8,1	5,7	5,0	4,8	17,8	18,4	20,6	28,1	32,2	33,4
Juni	14,4	14,3	12,4	8,6	7,2	6,3	17,1	17,6	20,7	29,5	32,5	33,4
Juli	16,5	16,4	15,8	14,2	12,8	9,3	19,5	20,0	22,0	27,8	30,7	32,6
August	16,5	16,5	16,4	16,2	14,9	12,6	20,4	21,0	22,3	26,2	29,3	31,6
September	14,2	14,3	14,4	14,6	14,2	12,9	20,4	21,1	22,1	25,2	29,6	31,7
Oktober	11,4	11,4	11,6	12,6	12,5	11,8	18,5	18,8	20,0	25,8	30,9	32,8
November	7,1	7,3	7,6	9,3	10,3	10,4	20,4	20,6	21,7	26,7	31,0	33,0
Dezember	4,2	4,5	4,8	6,0	7,2	8,3	23,3	23,6	24,6	26,9	29,8	32,3

Skagens Rev. Feuerschiff.

	t							S						
	0	5	10	15	20	30	B	0	5	10	15	20	30	B
Januar . .	3,3	3,6	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	31,5	32,0	32,6	33,0	33,3	33,6	33,9
Februar . .	2,6	2,6	2,9	3,2	3,3	3,5	3,7	31,9	32,3	32,7	33,1	33,4	33,7	33,8
März . . .	2,4	2,8	3,3	3,6	3,9	4,1	4,3	28,8	31,2	32,2	32,9	33,4	33,7	34,0
April . . .	4,6	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	27,4	31,0	32,3	32,9	33,4	33,7	34,0
Mai . . .	8,7	7,7	7,4	7,2	7,1	6,8	6,7	27,9	31,7	33,0	33,5	33,7	33,9	34,1
Juni . . .	13,6	12,0	11,5	10,7	10,3	9,5	8,9	26,6	31,1	32,5	33,0	33,5	33,6	33,9
Juli . . .	15,7	15,1	14,6	14,2	13,8	12,7	11,7	28,1	30,0	31,0	31,6	32,2	32,9	33,4
August . .	15,8	15,6	15,4	15,2	15,0	14,3	13,6	30,2	31,2	31,7	32,1	32,4	32,8	33,1
September .	14,0	14,0	14,0	13,9	13,7	13,1	12,6	28,9	30,6	31,8	32,4	32,8	33,2	33,5
Oktober . .	11,4	11,5	11,7	11,7	11,8	11,5	11,2	29,1	31,1	32,2	32,7	33,1	33,5	33,7
November .	8,0	8,2	8,4	8,6	8,7	8,6	8,5	28,9	30,6	31,8	32,5	33,1	33,5	33,8
Dezember .	5,2	5,5	5,8	6,0	6,3	6,6	6,7	30,4	31,2	32,0	32,4	32,8	33,3	33,6

Lappegrund Feuerschiff.

Januar . .	1,8	2,2	2,9	4,1	5,3	—	5,7	16,6	18,3	22,6	26,1	28,5	—	29,7
Februar . .	1,2	1,6	2,1	2,7	3,8	—	4,2	15,9	18,0	22,9	25,9	28,1	—	29,2
März . . .	2,2	2,4	2,8	3,2	3,7	—	3,9	12,2	14,2	21,8	26,4	29,1	—	30,2
April . . .	4,4	4,4	4,3	4,1	4,2	—	4,2	13,1	15,4	21,4	27,0	30,4	—	31,3
Mai . . .	8,9	8,6	7,4	5,2	4,7	—	4,6	10,9	12,9	18,9	26,5	31,4	—	32,3
Juni . . .	14,2	13,7	11,4	6,7	5,5	—	5,3	11,4	13,4	18,6	27,9	31,8	—	32,6
Juli . . .	16,6	16,5	15,4	11,0	7,1	—	6,3	12,4	14,1	17,5	25,0	30,9	—	32,3
August . .	16,4	16,6	16,3	14,4	11,0	—	9,4	13,3	14,8	17,9	22,3	27,9	—	30,3
September .	13,9	14,2	14,4	13,9	12,0	—	10,9	12.2	14,2	19,1	24,1	27,3	—	29,8
Oktober . .	11,1	11,4	11,6	11,4	10,9	—	10,8	13,0	15,6	22,6	28,0	30,8	—	31,7
November .	6,8	7,2	8,3	9,1	9,7	—	10,0	15,7	19,2	23,8	27,8	30,6	—	31,6
Dezember .	4,0	4,7	5,8	6,9	7,8	—	8,1	14,9	18,3	24,2	27,8	29,8	—	30,7

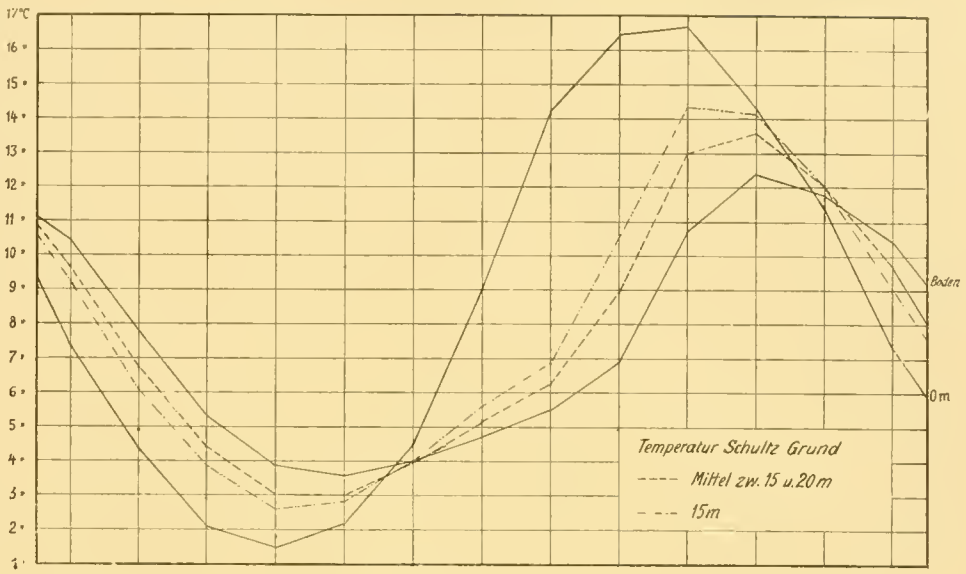
Die niedrige Zahl für Lappegrund Dez. Oberfläche kommt vom Dez. 1903, wo S nur 9,5 ‰ war.

Kurve VIII.

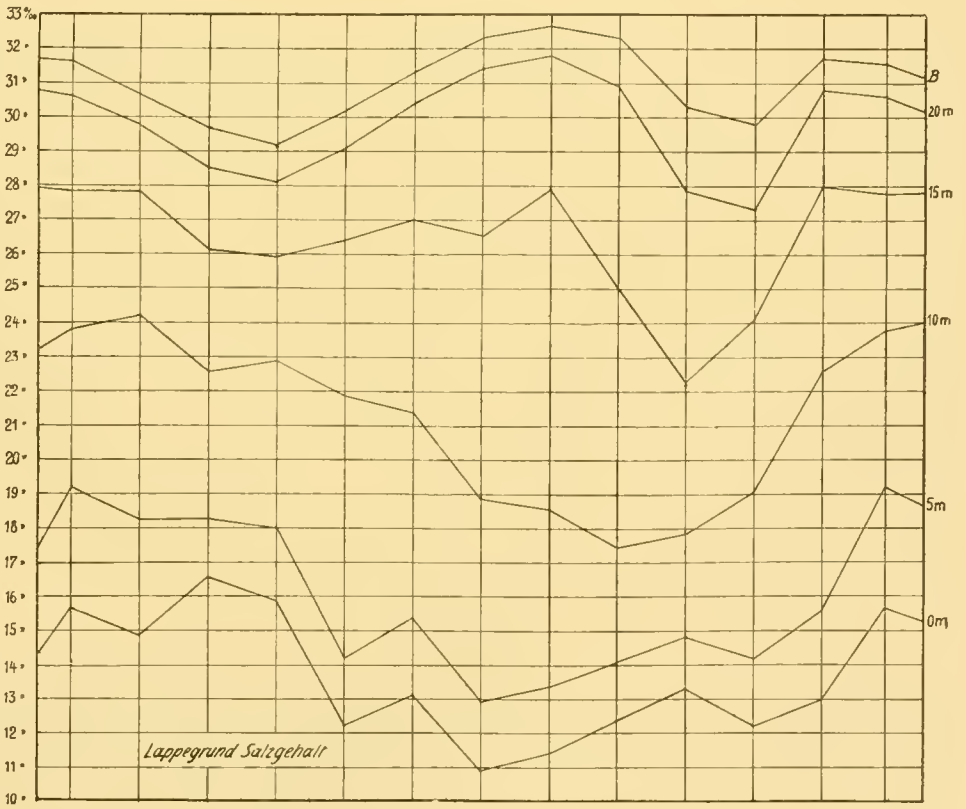
den Beobachtungen vom Fehmarnbelt Feuerschiff zu vergleichen. Leider werden die Verhältnisse durch einen Umstand kompliziert. Die Gewässer des Kattegat werden sowohl durch den großen Belt wie durch den Sund gespeist, tritt nun ein Phänomen, z. B. ein kurz andauernder Strom sehr leichten Wassers aus dem Osten, der ein Minimum im Salzgehalt bedingt, gleichzeitig im Sund und im Fehmarnbelt auf, so müssen 2 Minima bei Anholt Knob entstehen, da die Fortpflanzung der Erscheinung verschieden

lange Zeit vom Sund bis Anholt wie von Fehmarn bis Anholt erfordert. Wenn die Periode des Stromes und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit aber in einem bestimmten Verhältnis stehen, so erhält man nicht 2 scharfe Minima, sondern ein sehr breites.

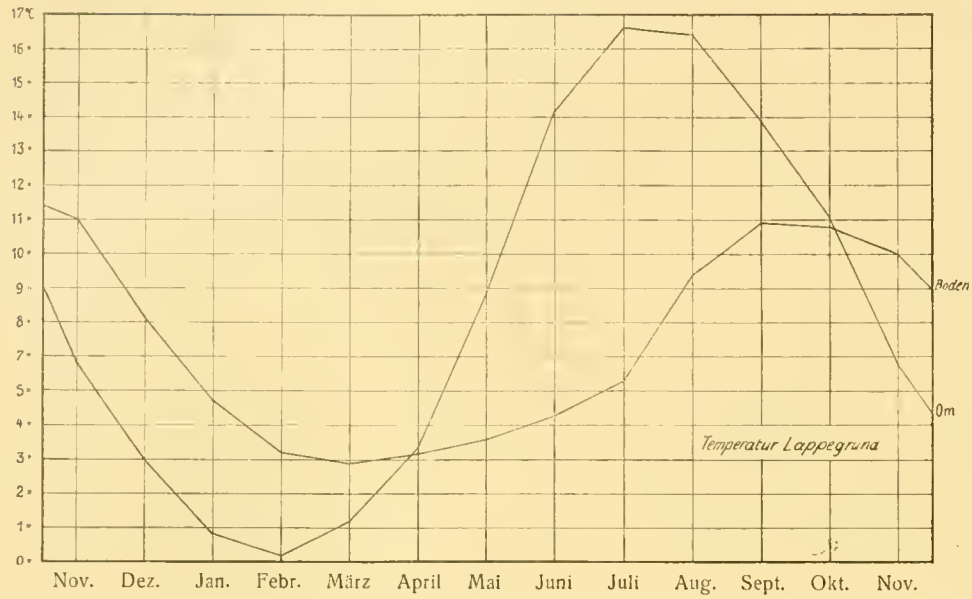
Am Fehmarnbelt und Lappegrund Feuerschiff haben die Salzgehaltskurven für die Oberfläche einen sehr ähnlichen Verlauf, nur ist bei Fehmarn der Salzgehalt sowohl im Minimum wie im Maximum 1‰ niedriger. Die Maxima sind in denselben Monaten, November, Januar, April, August (für Lappegrund sind die Mittelzahlen für den 15. berechnet, für Fehmarnbelt ist die charakteristische Kurve die mit dem 25. als Mitteltag). Nicht ganz so konform laufen die Kurven des Salzgehalts am Boden an diesen beiden Stellen, das große Maximum im Sommer ist gleichmäßig zu erkennen, nur tritt es am Lappegrund einen Monat früher ein, da der Weg zur salzreichen Nordsee hier kürzer ist als an der südlichen Stelle. Dagegen finden wir beim Lappegrund noch ein ausgeprägtes Minimum am Boden, im Februar den geringen spezifischen Gewichts-



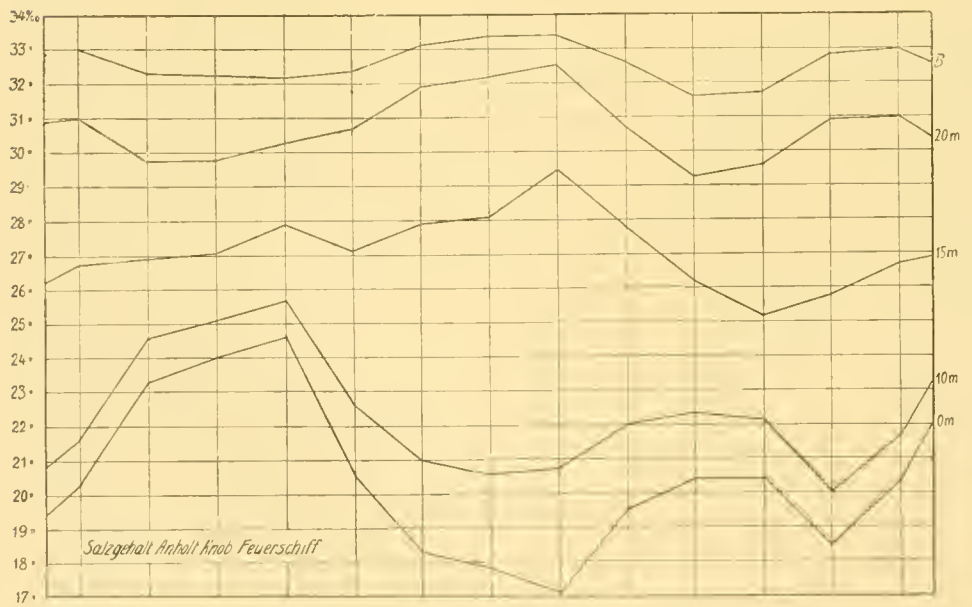
Kurve IX.



Kurve X.



Kurve XI.

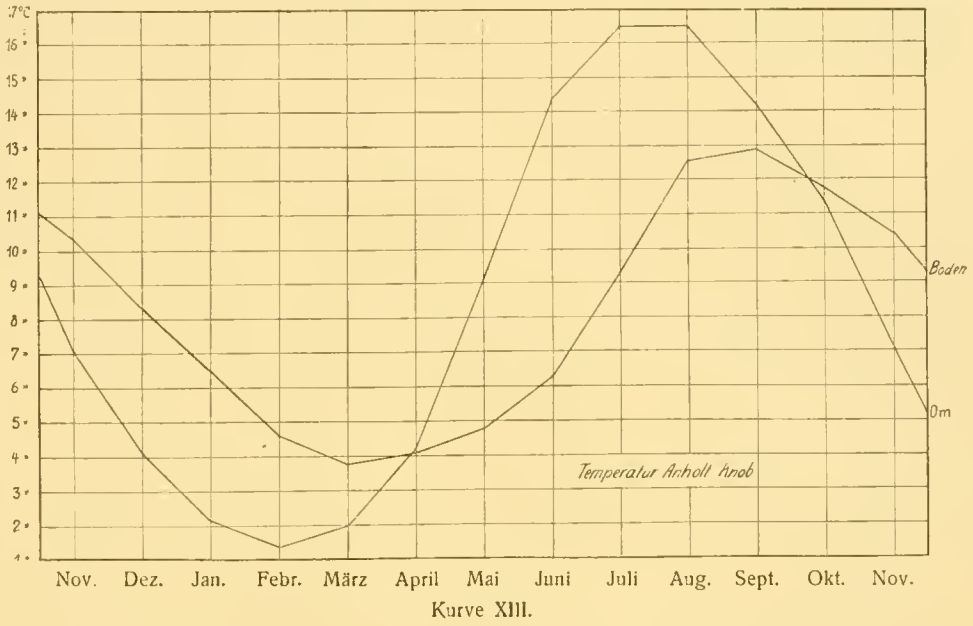


Kurve XII.

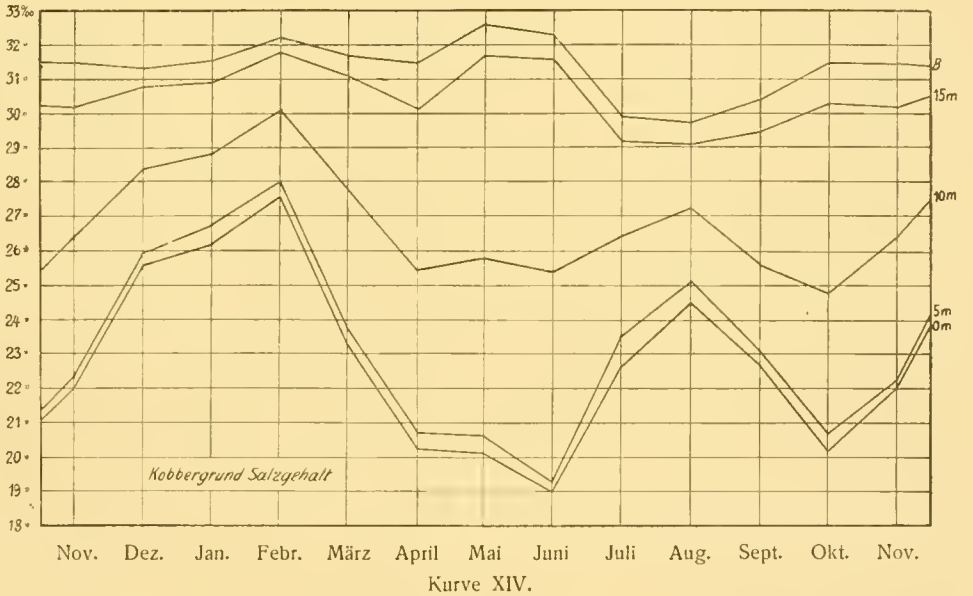
differenzen entsprechend, die ein Nachlassen des Unterstromes bedingen, eine Erscheinung, die am Fehmarnbelt durch Mischung mit dem im Winter salzreichen Oberflächenwasser verdeckt wird. Vielleicht spielt auch folgendes eine Rolle. Grade in der Zeit vom Januar — März fällt die Oberflächensalzgehaltskurve sehr rasch und deutet somit einen intensiven Strom aus Osten an, der natürlich, den Unterstrom in entgegengesetzter Richtung als Reaktion verstärken muß. Dieser Reaktionsstrom vermag sich am Lappegrund nicht so deutlich auszubilden, da er an dem stark nach Osten zu ansteigenden und sich verengenden Bodenrelief eine Hemmung findet, so ist auch das sommerliche Maximum am Boden des Lappegrundes nicht so ausgeprägt wie am Fehmarnbelt. Dazu kommt noch die Einwirkung der Erdrotation, die den Strom nach rechts, also auf den großen Belt zu abdrängt.

Verfolgen wir den aus der Ostsee auslaufenden Strom in seiner Bahn, so gelangen wir durch den Belt nach dem Schultz Grund. Oberflächen sowie Bodensalzgehaltskurve verlaufen in einer ziemlich einfachen Form. Es sind 2 Minima und Maxima vorhanden, einem Minimum an der Oberfläche entspricht ein Maximum am Boden, wie es durch einen Reaktionsstrom, der durch Intensitätsschwankungen des Oberflächenstroms herbeigeführt wird, entspricht. Allerdings muß auch die Durchmischung die gleiche Erscheinung herbeiführen, denn ist sie gering, so ist die Oberfläche weniger salzig, die Bodenschicht aber um so mehr und umgekehrt bei starker Mischung. Das direkte Zusammenfallen des Sommerminimums

oben und des Maximum unten, scheint sogar dafür zu sprechen, daß diese Mischung auch ihren Anteil an der Herbeiführung der regelmäßigen Gestalt der Kurve hat, denn im Sommer ist die verhältnismäßig ruhigste Zeit. Trotzdem möchte ich doch für das Sommermaximum am Boden hauptsächlich den Reaktionsstrom verantwortlich machen. Der ausgehende Strom, der im Fehmarnbelt Ende Mai, Anfang Juni sein Maximum erreicht, hat dieses entsprechend dem zurückgelegten Weg erst Mitte Juni bei Schultz Grund. Das Maximum des eingehenden Stroms müßte nun eigentlich verzögert sein gegen den Oberflächenstrom, das ist auch deutlich der Fall im Fehmarnbelt, wo das Maximum am Boden erst Mitte Juli eintritt, nicht aber bei Schultz Grund. Dies wird durch die Einwirkung des Sundes bedingt. Hier hat der ausgehende Strom schon Mitte Mai sein Minimum und induziert einen Reaktionsstrom im Kattegat, der den Bodenverhältnissen und der Erdrotation entsprechend auch nach Schultz Grund strömt, dort das Maximum des Salzgehaltes nach dem Juni verlegend, gleichzeitig auch das Maximum bedeutend verbreiternd. Im Herbst ist die Verschiebung auch am Schultz Grund deutlich, dem Oberflächenmaximum im August folgt das Bodenminimum im September und dem geringen Oberflächensalzgehalt des Oktober entspricht das salzreiche Wasser am Boden im November.

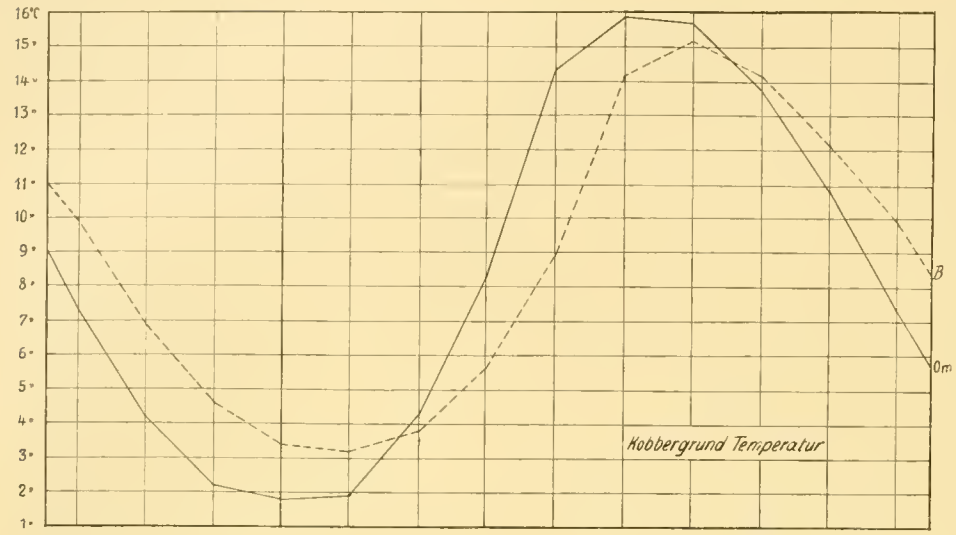


Kurve XIII.

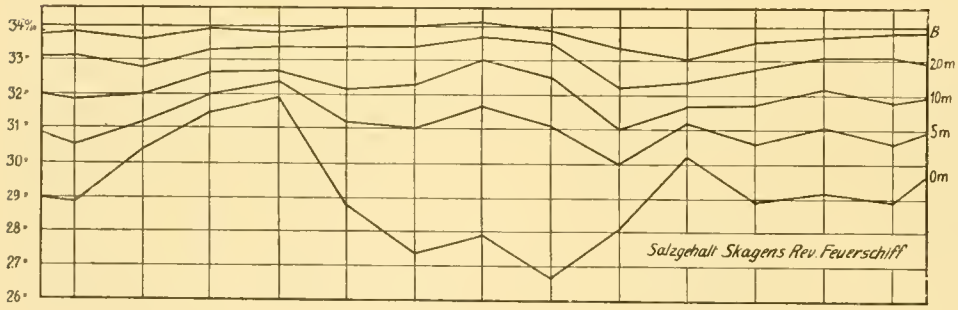


Kurve XIV.

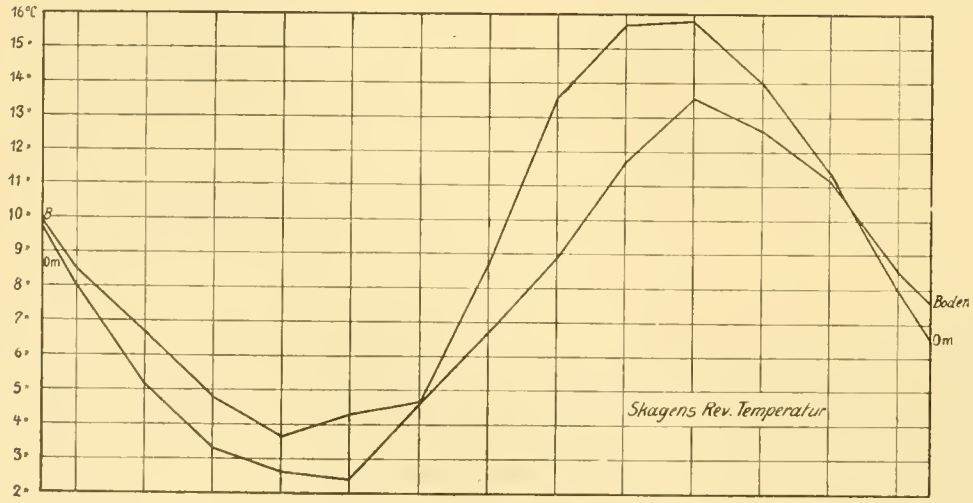
Vom Schultz Grund und Lappegrund gelangen wir mit dem ausgehenden Strom über Anholt Knob und Kobbergrund nach Skagens Rev. Die Bodenkurven verflachen sich mehr und mehr und auch die Kurven der Zwischenebenen verlieren ihre scharfen Züge, so daß der Unterschied zwischen Minimum und



Kurve XV.



Kurve XVI.



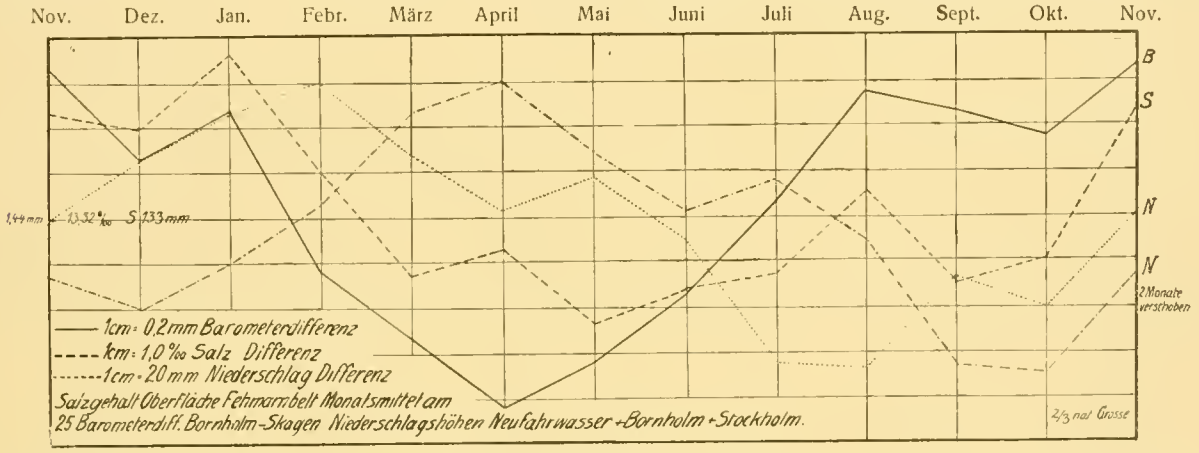
Kurve XVII.

Maximum bei Skagens Rev in 5 m nur noch $2^1/_2$‰ beträgt. An den Oberflächenkurven fällt auf, daß die Minima von Schultz Grund bis Skagens Rev sich nicht mehr zeitlich verschieben, was einerseits seinen Grund darin haben kann, daß die Mittelbildung über zu lange Zeiträume vorgenommen ist, so daß die Verschiebung von weniger als einem Monat nicht wahrgenommen werden kann, und zweitens darin, daß die Ursachen, die die Minima weiter östlich verursachen, z. T. auch hier wirken. So werden die Abwässer Schwedens und Dänemarks nebst den Niederschlägen der westlichen Ostee bedingen, daß das Minimum nicht erst eintritt, wenn der Strom leichten Wassers vom Fehmarnbelt bis nach Skagens Rev gelangt ist. Aus dem eben erwähnten geringen Schwanken des Bodensalzgehaltes an den äußeren Kattegat-Feuerschiffen, im Verein mit dem Nachhinken der Bodenkurve hinter der Oberflächenkurve, kann man meines Erachtens mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß das Anschwellen des sommerlichen Salzgehaltes am Boden nicht durch einen erhöhten Druck vom Ozean her verursacht wird. Es wäre zwar

denkbar, daß ein stärkeres Zuströmen vom Salzwassser aus dem Ozean sich zwar am Boden nicht im Gehalt geltend machte, dessen Salzgehalt immer ziemlich hoch ist, sondern nur dadurch zum Ausdruck käme, daß die Isohalinen in die Höhe gerückt würden, dann müßte aber das Maximum des Salzgehalts am Boden dem Minimum an der Oberfläche unmittelbar vorausgehen, da einer vermehrten Erneuerung der Unterschicht ein starkes Ausströmen folgen müßte.

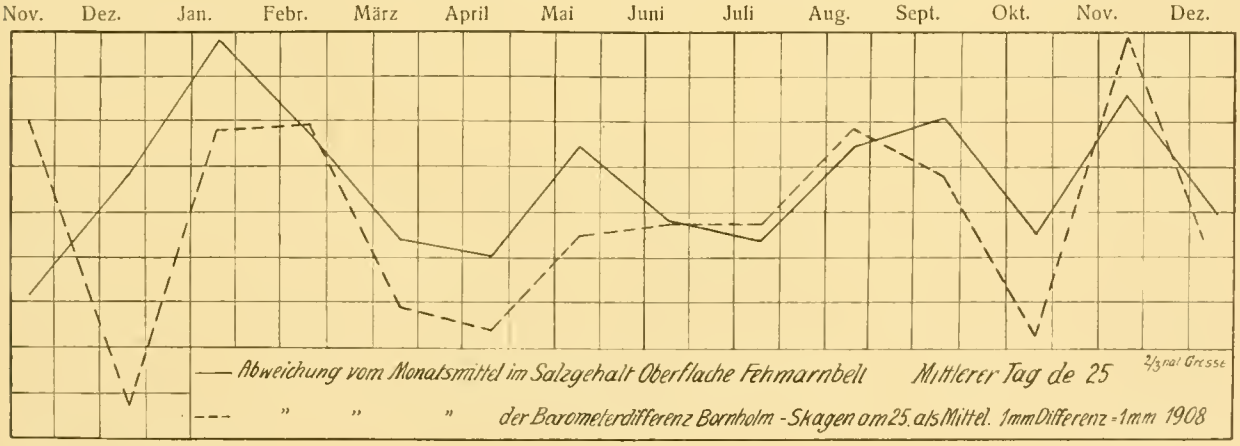
Einwirkung der Niederschläge und der Flüsse auf den Salzgehalt.

Wir haben uns bisher hauptsächlich mit dem großen Minimum des Salzgehalts im Frühjahr an der Oberfläche der Beltsee besonders im Fehmarnbelt beschäftigt, vielleicht können wir auch einige Aufklärungen über weitere Einzelheiten der Oberflächen-Salzgehaltskurven bringen. Ich habe zu diesem Zwecke die Schwankungen im Fehmarnbelt mit einigen anderen Phänomenen verglichen. Zunächst versuchte ich einen Zusammenhang zwischen dem Barometerstand über der Ostsee und dem über der Nordsee mit den Salzgehaltsschwankungen zu konstatieren, da Knudsen schon die Abhängigkeit der Strömungen in den Ausgängen der Ostsee von Barometerschwankungen nachgewiesen hat. Ich habe in eine Tafel die

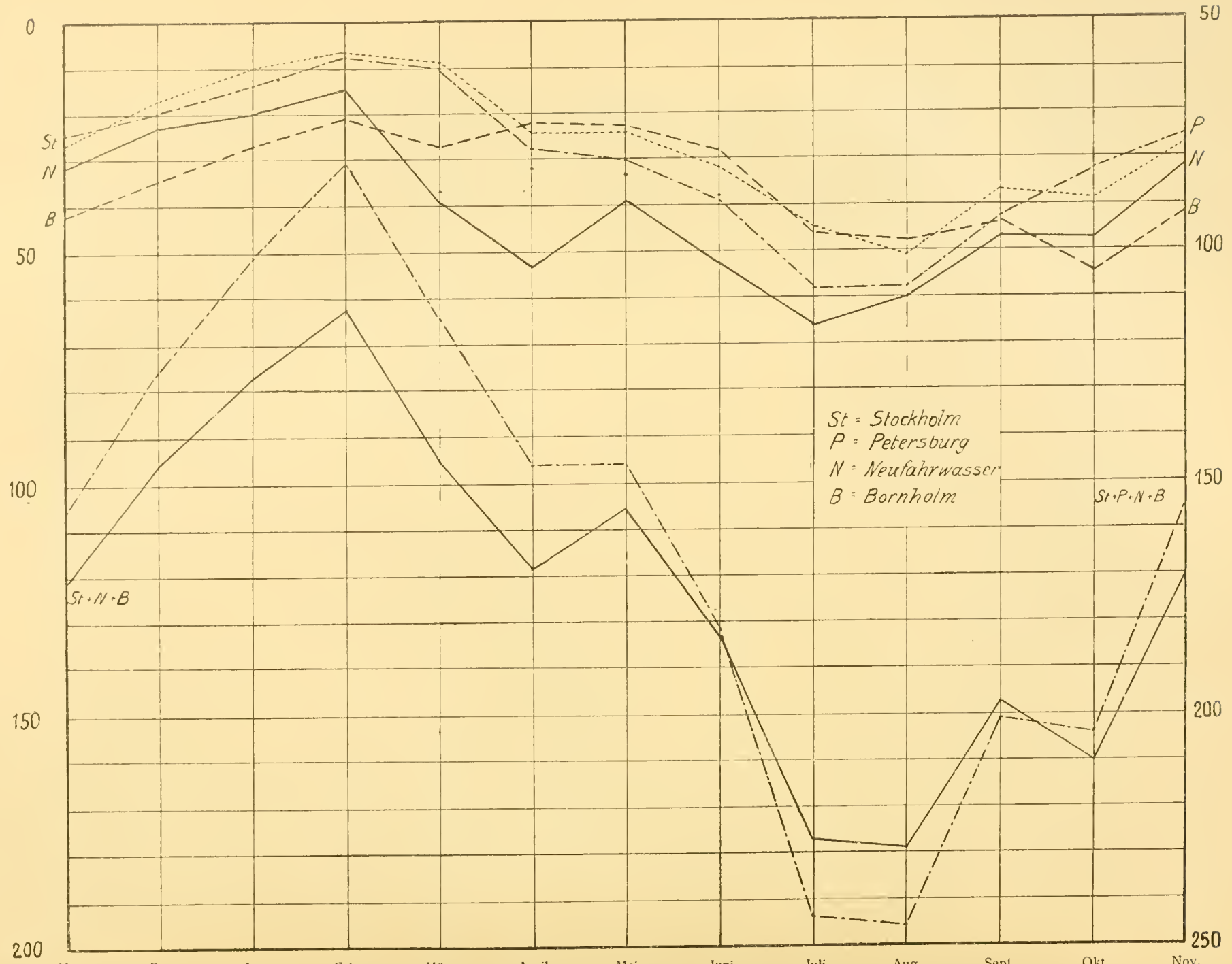


Kurve XVIII.

Abweichungen der mittleren monatlichen Differenzen des Barometerstandes Bornholm-Skagen gegen die durchschnittliche Jahresdifferenz eingetragen, und gleichzeitig die mittlere Abweichung in jedem Monat gegen den Jahresdurchschnitt im Salzgehalt. Dabei läuft die barometrische Kurve im gleichen Sinne wie die Salzgehaltskure. Das heißt, wenn der Salzgehalt unter den Durchschnitt sinkt, hat Bornholm einen Barometerstand, der sich dem von Skagen nähert, oder gar geringer als dieser ist. Die Erscheinung wird besonders augenfällig für das Jahr 1908, für das ich auch die Kurven gezeichnet habe. Dieses Verhalten



Kurve XIX.

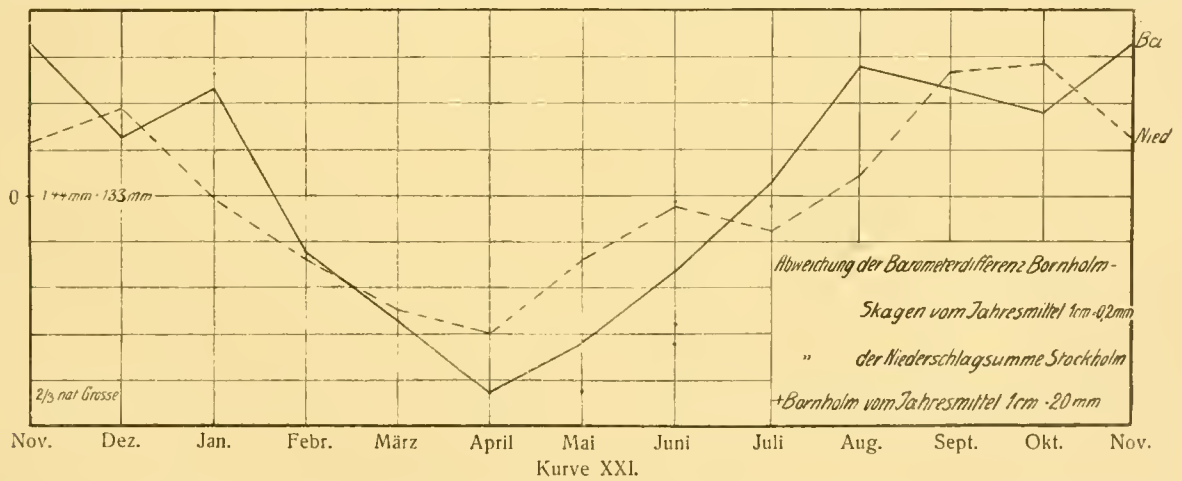


Kurve XX. Rechts am Rand die Zählung für die Summe St + P + N + B.

ist gerade das entgegengesetzte dessen, das man nach den Untersuchungen von Knudsen erwarten sollte, denn er fand gerade bei großer Differenz zwischen Ost und West den ausgehenden Strom verstärkt. Ich bin nun der Meinung, daß diese barometrischen Differenzen wohl beim Gleichbleiben der anderen Umstände, die Verstärkung und Abschwächung der Ströme im Sinne Knudsens bewirken, daß aber für die Erscheinung im Laufe des Jahres die anderen Einwirkungen überwiegen.

Zunächst wollen wir einmal die Niederschlagsmengen im Ostseegebiet ins Auge fassen. Die Frage, in welcher Weise man die Niederschlagshöhen in Ansatz bringen soll, ist äußerst schwierig. Zum Schluß habe ich als Maßstab für die Wassermengen, die in die Ostsee direkt als Niederschläge fallen, die Niederschlagshöhen von Stockholm, Neufahrwasser und Bornholm herangezogen. Petersburg habe ich auch zunächst berücksichtigen wollen, doch boten die Zahlen nichts anderes, als die schon in Betracht gezogenen und dienten nur dazu, die Gesamtsumme zu erhöhen (Kurve XX). In Neufahrwasser sehen wir die geringste Niederschlagsmenge im Februar, die größte im Juli, ein sekundäres Maximum tritt im April, ein sekundäres Minimum im Mai auf. In Bornholm sind Juli und August die niederschlagreichsten Monate, denen der Oktober ziemlich ähnlich ist, wogegen der September weniger Niederschläge aufzuweisen hat, als die benachbarten Monate. Für Stockholm sind die Niederschlagshöhen durchweg niedriger als an den beiden erstgenannten Orten, sie haben ihr Minimum im Februar, ihr Maximum im August. Da man nicht weiß, wie groß die Niederschlagsmengen in Wahrheit über der See sind, habe ich als Annäherung die Summe dieser drei Orte zum Vergleich herangezogen. Die Summenkurve zeigt uns 3 Minima und Maxima, die Minima fallen in den Februar, Mai und September, die Maxima in den April, Juli—August und Oktober.

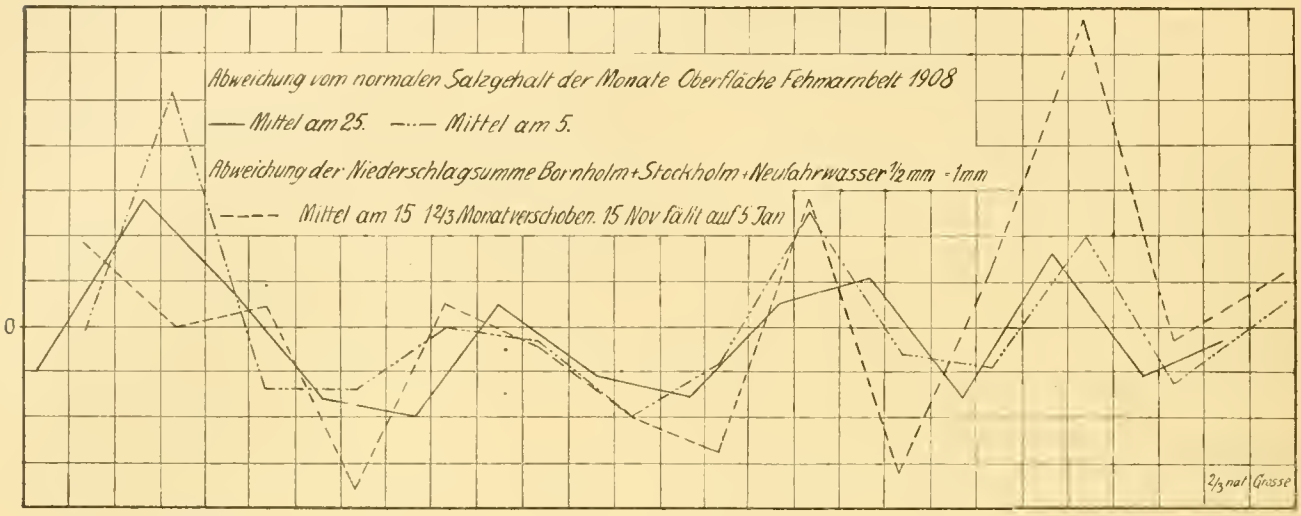
Zum Vergleich der verschiedenen Änderungen untereinander werden übrigens bequemer statt derjenigen Kurven, die die absoluten Zahlen angeben, besser diejenigen genommen, die die Abweichung vom Jahresmittel darstellen. Zeichnet man z. B. die Abweichung der Barometerdifferenz Bornholm-Skagen im monatlichen Durchschnitt von der mittleren Jahresdifferenz zusammen mit den Abweichungen der Niederschlagssumme ein (Kurve XXI), so findet man, daß beide Kurven gleichsinnig laufen. Will man die Niederschlags-



Kurve XXI.

summe mit dem Salzgehalt an der Oberfläche im Fehmarnbelt in Beziehung setzen, so empfiehlt es sich, die Abweichung vom Mittel der Niederschlagssumme derartig einzuzeichnen (Kurve XVIII), daß Zahlen, die geringer als das Mittel sind, nach oben gezeichnet werden, denn geringen Niederschlägen müßten hohe Salzgehalte korrespondieren. Bedenkt man ferner, daß die Niederschläge eine gewisse Zeit brauchen, ehe sie im Westen das Wasser verdünnen können, so erkennt man, daß man die Niederschlagskurve gegen die Salzgehaltskurve zeitlich verschieben muß, um einen Zusammenhang erkennen zu können. Diese Zeit scheint 1—2 Monate zu betragen; zeichnet man die Kurve mit dieser Verschiebung ein, so findet man, daß die Salzgehaltskurve mit Niederschlagskurve nur von August bis November gleichsinnig verläuft, allerdings finden wir auch in der Salzkurve ein sekundäres Maximum im April, entsprechend den geringen Niederschlagsmengen im Februar.

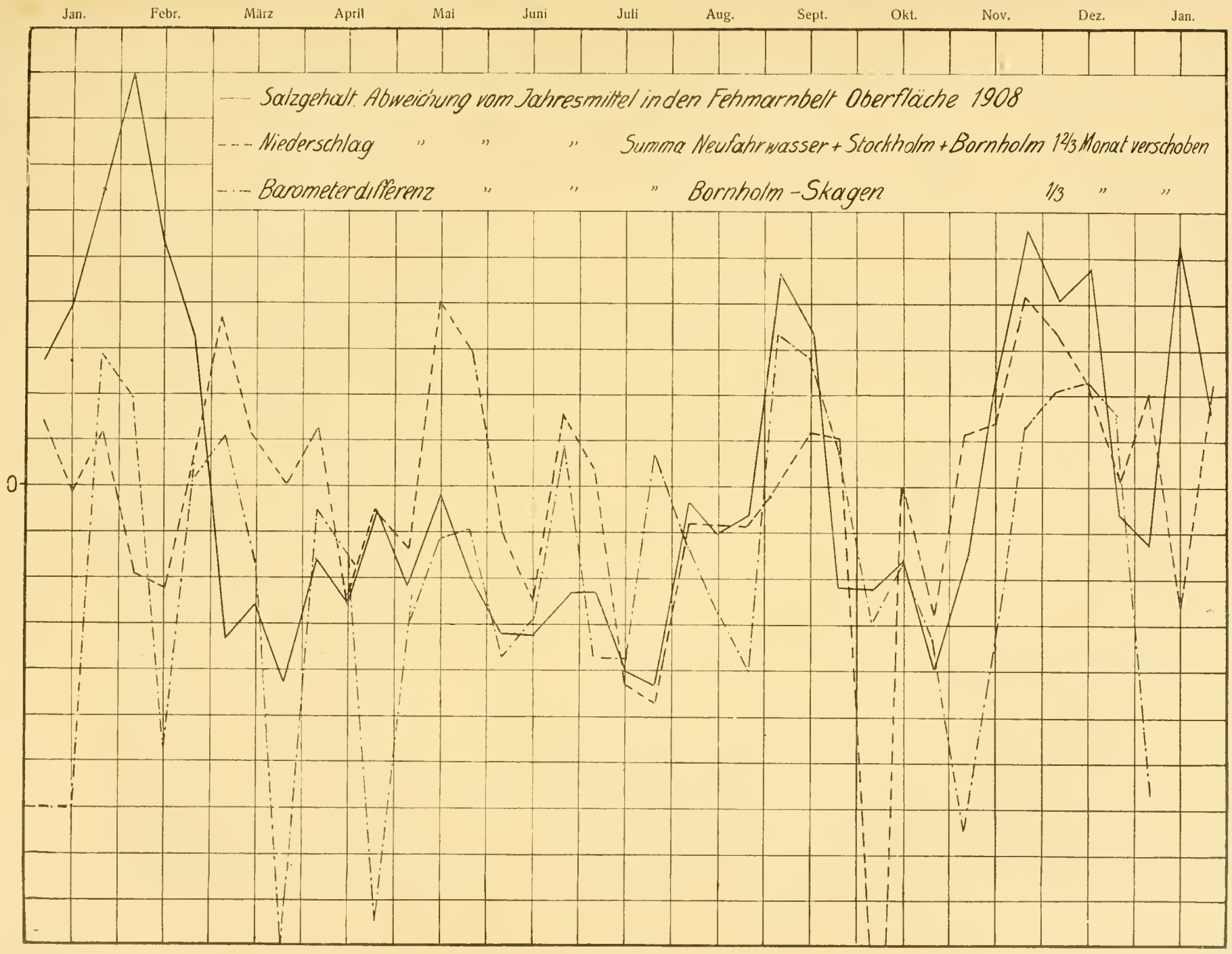
Um nicht nur die Durchschnittswerte zu vergleichen, sondern auch einen Spezialfall heranzuziehen, habe ich für das Jahr 1908 ähnliche Kurven gezeichnet. (Kurve XXII.) Ich habe in diesem Falle nicht die



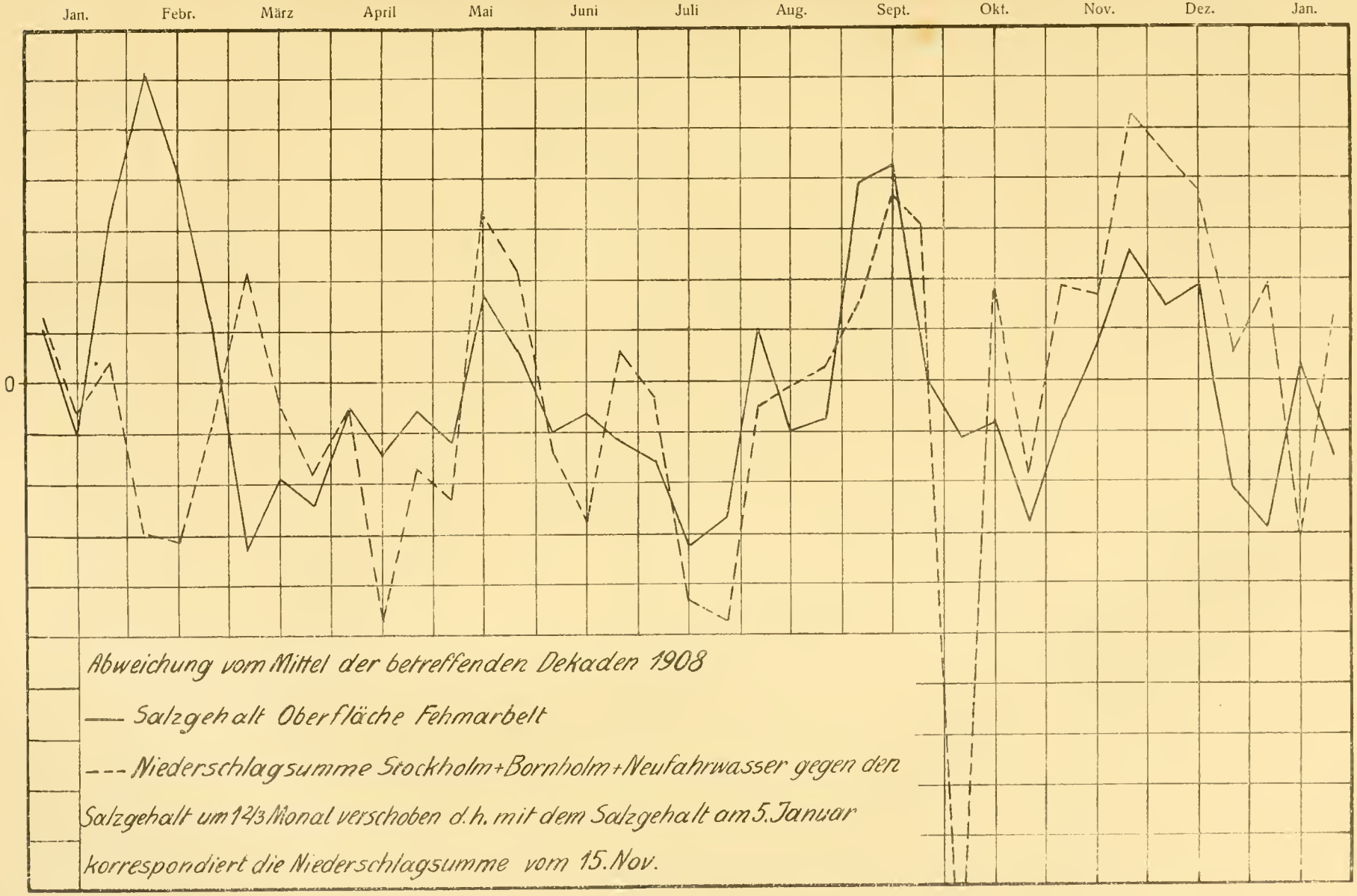
Kurve XXII.

Abweichung vom Jahresmittel eingezeichnet, sondern vom normalen Mittel der einzelnen Monate. Im Januar und Februar zeigen die Salzgehaltskurven keine Ähnlichkeit, im Gange mit der Niederschlagskurve $1^2/_3$ Monate vorher, dagegen im ganzen übrigen Jahre entspricht einem Maximum der Niederschläge ein Minimum des Salzgehalts ca. 2 Monate später. Die Kurven können nicht genau zusammenfallen, wenn man die eine gegen die andere um eine bestimmte Zeit verschiebt, denn die Witterungsverhältnisse (Wind und Barometerstand) werden beschleunigend oder verzögernd auf die Bewegung der Wassermassen nach Westen einwirken. Außer den Kurven für die Monatsmittel, habe ich noch die Abweichung der Dekadenmittel im Jahre 1908 in Kurven eingezeichnet, sie zeigen, daß sogar einige bedeutende Regenfälle in kürzeren Perioden sich in den Salzgehaltsschwankungen im Fehmarnbelt zu erkennen geben. (Kurve XXIII und XXIV.)

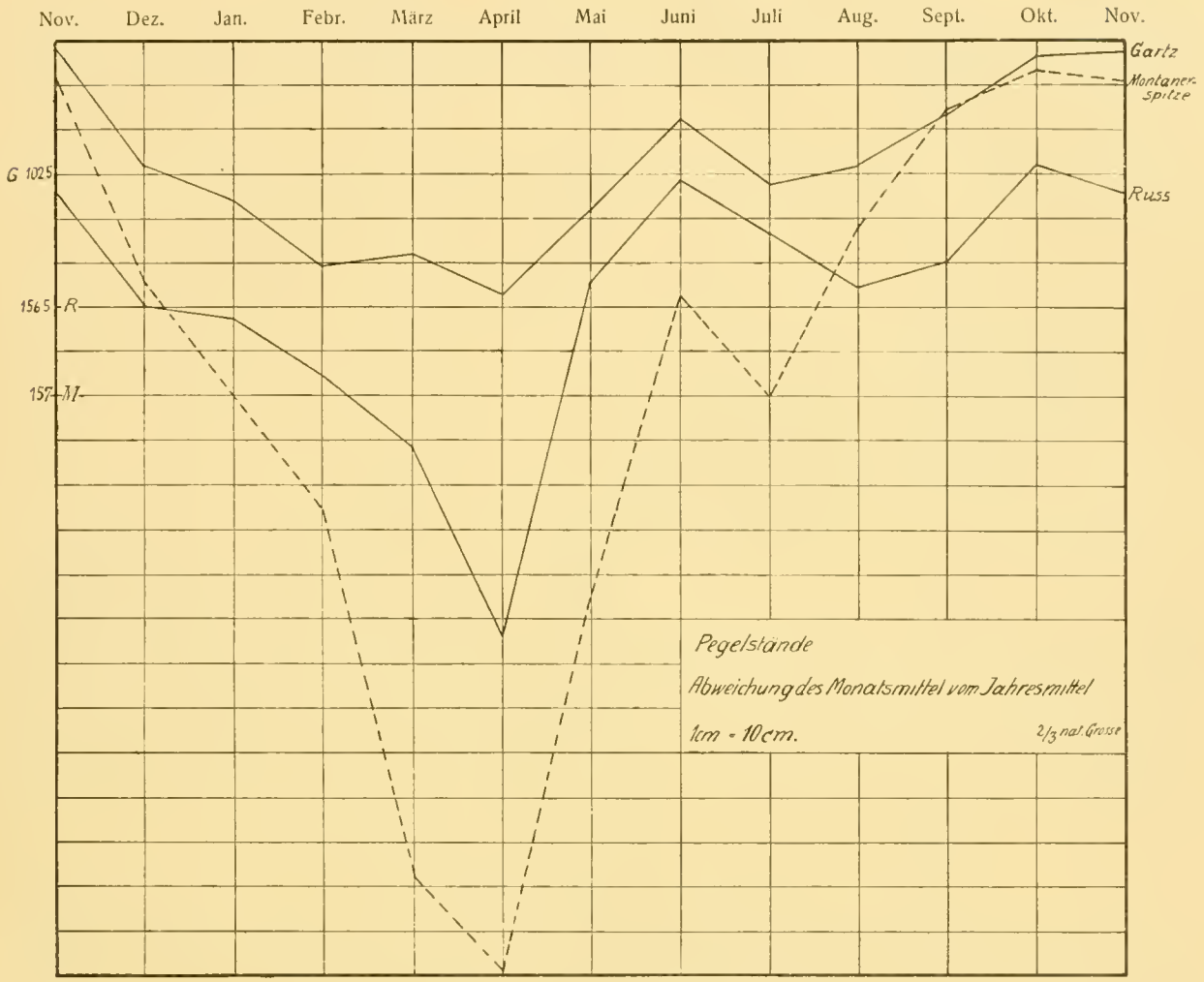
Die Kurven der Abweichungen, Monatsmittel vom Jahresmittel, hatten uns gezeigt, daß im Winter bis Juli andere Ursachen auf den Salzgehalt einwirken müssen, die verhindern, daß die Wirkung der Niederschläge klar erkannt wird. Im Winter sind weite Teile des Bottnischen und Finnischen Busens regelmäßig mit Eis bedeckt, dieses Eis muß einen Strom verdünnten Wassers nach der See zu erzeugen, wie durch Ekmanns und Petterssons Versuche bewiesen ist, außerdem muß es beim Schmelzen im Frühjahr verdünnend auf das Wasser der Ostsee einwirken. Außer diesen Phänomenen spielen noch die Wassermengen eine gewichtige Rolle, die die Flüsse ins Meer befördern. Von den deutschen Flüssen haben wir die ausgezeichneten preußischen Pegelmessungen der Landesanstalt für Gewässerkunde. Ich habe zum Vergleich die Pegelstände direkt herangezogen, anstatt die Querschnitte multipliziert mit den Stromgeschwindigkeiten, doch glaubte ich diese Ungenauigkeit ruhig bestehen lassen zu können, da ich keine Angaben über die russischen und schwedischen Ströme zur Verfügung habe, so daß ich die Erscheinung doch nicht quantitativ verfolgen kann. Von den preußischen Flüssen habe ich auch nur die drei größten, die Oder, die Weichsel und die Memel herangezogen; und zwar die Pegel derjenigen Stellen, die am nächsten vor der Endgabelung der Ströme liegen. Das ist für die Oder Gartz, für die Weichsel Montauerspitze und für die Memel Russ. In der Tafel XXV findet man die Abweichung der Monatsmittel von den Jahresmitteln im Durchschnitt der Jahre 1902—09, negative Zahlen sind nach oben, positive nach unten gezeichnet, um besser mit dem Salzgehalt zu korrespondieren. Während die Niederschläge für Neufahrwasser ihr absolutes Minimum im Februar zeigen, ist die Wasserführung der deutschen Ströme am geringsten im November, sie erreicht ein gewaltiges Maximum im April, aber schon im Februar ist die Wassermasse erheblich größer als im Jahresdurchschnitt, bis zum Mai fördern diese Ströme erhebliche


Jan.
Febr.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Okt.
Nov.
Dez.
Jan.
Salzgehalt. Abweichung vom Jahresmittel in den Fehmarnbelt Oberfläche 1908
Niederschlag " " " Summa Neufahrwasser + Stockholm + Bornholm 1 2/3 Monat verschoben
Barometerdifferenz " " " Bornholm – Skagen 1/3 " "
0

Kurve XXIII.


Jan.
Febr.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Okt.
Nov.
Dez.
Jan.
0
Abweichung vom Mittel der betreffenden Dekaden 1908
—— Salzgehalt Oberfläche Fehmarbelt
--- Niederschlagsumme Stockholm+Bornholm+Neufahrwasser gegen den
Salzgehalt um 1 4/3 Monat verschoben d.h. mit dem Salzgehalt am 5. Januar
korrespondiert die Niederschlagsumme vom 15. Nov.

Kurve XXIV.

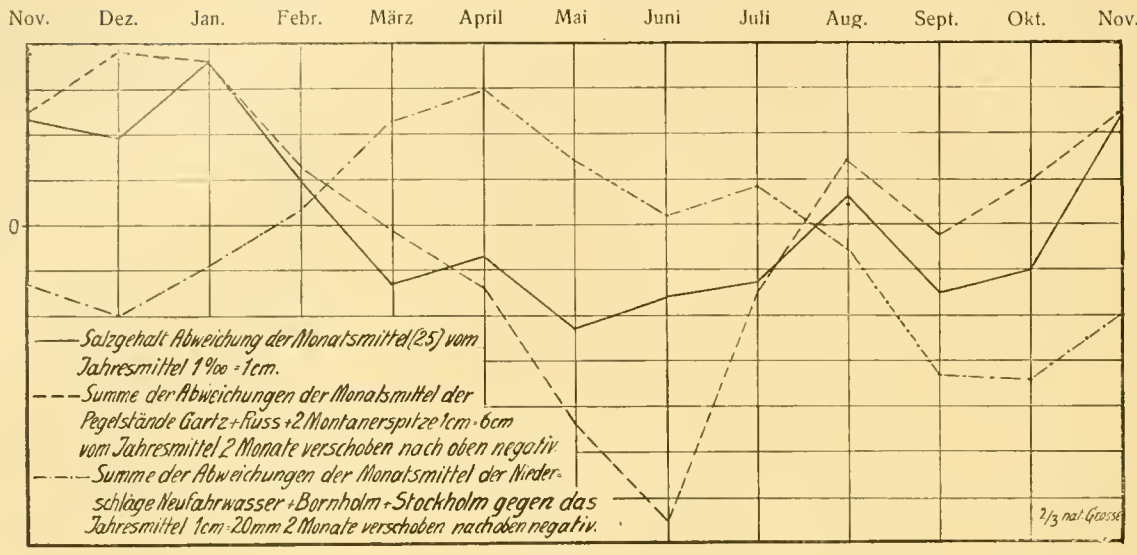


Tafel XXV. Links am Rande sind die Jahresmittel angegeben.

Quanten Wasser in die See. Erst vom Juni an sinken die Pegelstände unter den Jahresdurchschnitt. Im Juli resp. August haben diese Flüsse noch ein 2. geringes Maximum der Wasserführung.

Um die Einwirkung der Ströme auf den Salzgehalt im Fehmarnbelt zum Ausdruck zu bringen, bin ich in folgender Weise vorgegangen. Die Memel entwässert bis Russ ein Niederschlagsgebiet von 91 338 qkm, die Oder bis Bellinchen 109 652 qkm, die Weichsel bis Montauerspitze 193 000 qkm. Ich habe daher die Abweichungen der monatlichen mittleren Pegelstände vom Jahresmittel addiert und dabei die für die Weichsel doppelt in Rechnung gestellt. Bei der Einzeichnung sind die negativen Werte nach oben eingetragen (Kurve XXVI). Mit dieser Kurve zusammen habe ich die Abweichungen der mittleren Niederschlagshöhensumme für Neufahrwasser, Bornholm und Stockholm vom Jahresmittel und dieselben Zahlen für den Salzgehalt an der Oberfläche beim Fehmarnbelt Feuerschiff eingezeichnet. Die Pegelstandskurve und Niederschlagskurve sind um 2 Monate gegen die Salzgehaltskurve verschoben worden. Das heißt, die Januarzahlen für die beiden ersten sind verknüpft worden mit den Märzzahlen des Salzgehalts usw. Im allgemeinen verläuft die Salzkurve zwischen den beiden anderen, und zeigt damit an, daß der Salzgehalt bedingt wird durch Niederschlagsmenge und Wasserführung der Flüsse, obgleich wir nur die größten deutschen Ströme heranziehen konnten zum Vergleich, da uns das schwedische und russische Material fehlte. Am besten kommt diese Abhängigkeit für die Zeit vom Mai bis Oktober zum Ausdruck. Auch die Ver-

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY



Kurve XXVI.

schiebung um 2 Monate scheint so ziemlich das Richtige getroffen zu haben. Nur das Hauptmaximum der Wasserführung scheint seine Wirkung schneller zur Geltung zu bringen, denn dieses ist im April zu finden, während das Minimum des Salzgehalts im Fehmarnbelt schon im Mai eintritt. In der 2. Hälfte des Winters verläuft die Salzgehaltskurve unterhalb der beiden anderen, ein deutliches Zeichen dafür, daß zu dieser Zeit noch andere Ursachen auf die Verdünnung des Wassers bei Fehmarn einwirken müssen. Als solche wird wohl zum größten Teil die Eisbedeckung im Osten heranzuziehen sein. Taucht man Eis in Salzwasser, so fließt ein intensiver Strom kalten verdünnten Wassers vom Eise weg. Außerdem wirken auch vereinzelte treibende Eisschollen, die allmählich im Salzwasser schmelzen, verdünnend auf die obersten Schichten ein.

Mittelzahlen für die Temperatur an den Feuerschiffen.

(Siehe Kurve V, VI, VII, IX, XI, XIII, XV, XVII.)

Gehen wir zur Betrachtung der Temperaturkurven des Wassers bei den Feuerschiffen vom Fehmarnbelt bis Skagens Rev über. Die Oberflächenkurven sind im ganzen Gebiet einander ähnlich und folgen den jahreszeitlichen Veränderungen der Lufttemperatur. Das Minimum liegt im Februar, nur bei Skagens Rev ist das kälteste Wasser im März zu finden, übrigens schwankt die Wassertemperatur vom Januar bis März überhaupt nicht sehr stark. Im Fehmarnbelt ist das Wasser absolut am kältesten im Winter mit + 1°, bei Skagens Rev finden wir die höchste Wintertemperatur mit 2,4°. Vom Mai bis Juni findet überall ein starker Temperaturanstieg statt, der zum Temperaturmaximum zwischen Juli und August führt. Wie im Februar das Wasser im Fehmarnbelt kälter war als bei Skagen, so ist die Sommertemperatur 1° höher im Süden als im Norden, damit nicht sowohl der geographischen Breite folgend, als dem Gegensatze zwischen ozeanischem und kontinentalem Klima.

Ein anderes Bild geben uns die Bodentemperaturkurven. Sie stellen im betrachteten Gebiet keine einheitliche Form dar. Bei Skagens Rev und im Fehmarnbelt sehen wir zwei ganz verschiedene Typen auftreten, die andern Kurven sind als Zwischenglieder anzusehen. Die Bodentemperatur bei Skagens Rev verändert sich auch entsprechend den Jahreszeiten, somit wird die Bodentemperaturkurve der für die Oberfläche sehr ähnlich. Das Maximum am Boden ist gegen das an der Oberfläche der Tiefe entsprechend um einen halben Monat verschoben, außerdem steigt die Temperatur in der Tiefe nicht so stark wie oben. Auch das winterliche Minimum liegt nicht so tief wie an der Oberfläche. In den Perioden der Abkühlung laufen beide Kurven ziemlich nahe beieinander, da der Transport der Kälte nach der Tiefe durch das zunehmende spezifische Gewicht begünstigt wird, bei zunehmender Temperatur entfernen sich beide Kurven mehr voneinander, da jetzt die Unterschiede des spezifischen Gewichts dem Temperaturtransport

entgegenwirken. Daß am Boden im Frühjahr der Temperaturanstieg früher beginnt als oben, deutet vielleicht auf eine mäßige Zufuhr atlantischen Wassers in dieser Jahreszeit. Die Bodentemperatur am Kobbergrund Feuerschiff verläuft in ganz ähnlicher Weise.

Im Fehmarnbelt hingegen haben wir einen anderen Verlauf der Bodentemperatur. Im Herbst und Winter zwar läuft sie der Kurve für die Oberfläche ziemlich gleich, nur um ein geringes nachhinkend, womit sie deutlich erkennen läßt, daß das Wasser aus einer Schicht stammt, die denselben Einflüssen unterworfen ist, was die Temperatur anbetrifft, wie die Oberfläche im Fehmarnbelt und nicht allzuweit entfernt sein kann; also wahrscheinlich aus einer Tiefe von 0—15 m aus dem großen Belt. Vom Mai ab jedoch verlangsamt sich der Temperaturanstieg am Boden, verglichen mit dem an der Oberfläche, ganz enorm, auch das Maximum verschiebt sich um 2 Monate gegen oben und bleibt um $4^1/_2{}^0$ hinter ihm zurück. Das ist nur möglich, wenn das Wasser um diese Zeit aus einer Gegend kommt, die sehr weit entfernt ist, oder wenn es aus einer Schicht stammt, die sich in ihrem Temperaturgange nicht so eng der Oberfläche anschließt, wie die, aus der das Winterwasser kommt. Die erste Möglichkeit können wir wohl ausschließen, denn schon im Juni ist die Temperatur bei Skagens Rev an der Oberfläche mit $13^1/_2{}^0$ wärmer, als das Maximum am Boden vom Fehmarnbelt. Erinnern wir uns, daß gleichzeitig mit diesem Nachhinken der Temperatur auch das Anwachsen des Salzgehaltes am Boden im Mai einsetzt. Mit Recht wird man der Vermutung näher treten, daß beide Erscheinungen die gleichen Ursachen haben. Für das Wachsen des Salzgehaltes schien der wahrscheinlichste Grund ein im Kattegat entstehender Reaktionsstrom, auch die Temperaturverhältnisse deuten auf die gleiche Ursache.

Da wir am Skagens Rev im Salzgehalt den Reaktionsstrom nicht mehr finden konnten, tritt er auch in der Verzögerung des Temperaturanstiegs nicht mehr zutage und diese Verzögerung wird immer geringer vom Fehmarnbelt Feuerschiff über Schultz Grund nach Anholt Knob. Nehmen wir also den Reaktionsstrom als Ursache für diese Erscheinungen an, so ist klar, daß bei zunehmender Intensität des Oberstromes auch seine Tiefenerstreckung größer werden wird, so daß der Unterstrom im Sommer aus einer Tiefe stammt, die stärker in der Temperatur nachhinkt und deren Temperatur nicht so hoch sein kann. Wenn im Herbst das Niveau, aus dem das Bodenwasser des Fehmarnbelt sich ersetzt, wieder höher gelegt wird, so ist dann in diesen Schichten schon wieder Abkühlung eingetreten, so daß die Bodentemperatur sich nun auch abkühlen muß. Vergleichen wir die Salzgehaltskurve in 15 m bei Schultz Grund mit der vom Boden am Fehmarnbelt (Fig. V u. IX), so fällt uns die Ähnlichkeit des Verlaufs des Maximums in die Augen, ich glaube daher, daß das Bodenwasser am Fehmarnbelt mit dem stärksten Salzgehalt aus ca. 15 m der Gegend bei Schultz Grund herrührt. Auch die Temperaturverhältnisse stützen diese Annahme. Zur Zeit des Salzgehalts-Maximum herrscht am Boden des Fehmarnbelts eine Temperatur von 8,8°. Dieselbe Temperatur findet sich in 15 m auf Schultz Grund $^1/_2$ Monat früher, auch ungefähr mit dem Maximum des Salzgehalts zusammenfallend. Wir finden also unsere Vermutung durchaus bestätigt, daß das Einströmen von salzigem Wasser, das in der größten Intensität im Sommer stattfindet, zu dieser Jahreszeit als ein Reaktionsstrom aufzufassen ist, gegen den ausgehenden Strom von leichtem Wasser im Frühjahr, der den Überfluß der Niederschläge und Schmelzwässer nach der Nordsee befördert.

Fortsetzung von: **Quartalsmittel von Temperatur und Salzgehalt in der Beltsee.**

Auch auf Station 4 finden wir an der Oberfläche das Maximum des Salzgehalts im Februar, im August dagegen am Boden; doch zeigen die zwischenliegenden Ebenen nicht die Erscheinung der doppelten Maxima. An der Oberfläche und am Boden beträgt der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten durchschnittlichen Salzgehalt ca. 4‰. Dieser Unterschied nimmt von oben nach unten ab, im 15 m-Niveau ist er nur noch 2‰. Es ist nach Anordnung der Salzgehaltszahlen wohl möglich, daß zwischen 15 m und 20 m eine Schicht liegt, in der die 2 Maxima zu finden sind, es kann aber auch sein, daß die Erscheinung in den Terminmonaten überhaupt nicht an dieser Stelle beobachtet werden kann, daß man dazu vielleicht einen Monat auseinanderliegende Fahrten nötig hat. Auf Station 5 begegnen wir dem Phänomen wieder, wenn auch nur in geringem Maßstab, im 20 m-Niveau, der Unterschied zwischen dem Wintermaximum und Maiminimum ist hier nur 0,46‰.

Im ganzen Gebiet beobachten wir für alle Stationen im November verhältnismäßig hohe Salzgehalte an der Oberfläche, während andererseits am Boden erheblich leichteres Wasser sich befindet, als zu anderen Jahreszeiten. Es wird dies auf ein Nachlassen des ausgehenden Stromes zurückzuführen sein, als dessen Folge auch der Reaktionsstrom des einfließenden salzigen Wassers abnimmt. Die Sache kann aber auch auf Durchmischung beruhen, als deren Folge die Oberfläche an Salz zunimmt, während die tieferen Schichten verdünnt werden. Die einzige Station, an der das Wasser am Boden nicht weniger Salzgehalt hat im November als im Februar und Mai, ist Station 2. Hier herrschen besondere Verhältnisse. Das Wasser hier stagniert ziemlich seit dem Sommer, wie der niedrige Sauerstoffgehalt beweist, auf allen anderen Stationen hat das Sauerstoffsättigungsverhältnis seit dem Sommer zugenommen (s. Tab. S. 245), nur auf dieser Stelle hat es sich erheblich verschlechtert, von 51 auf 30%.

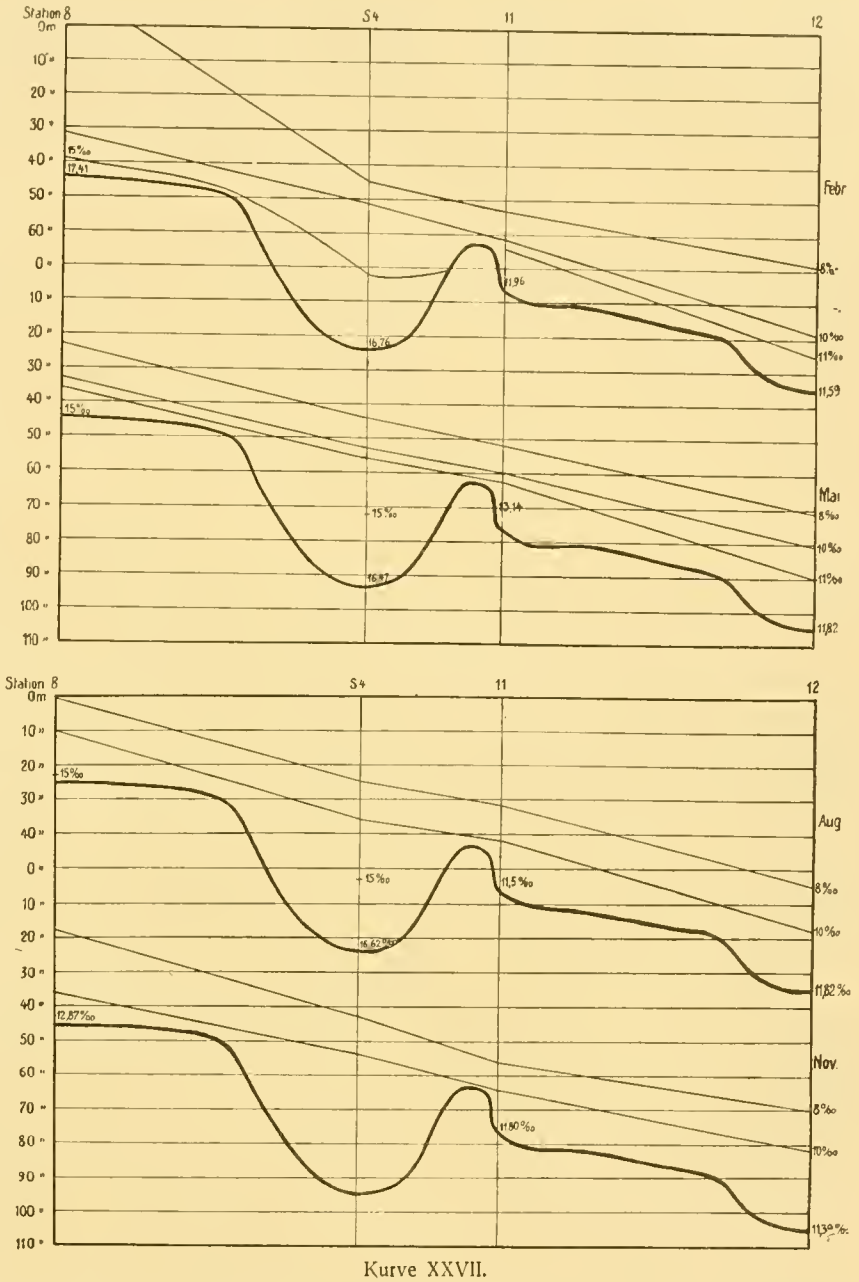
Die Temperaturen der Beltsee bieten uns nicht viel Besonderes. Im Winter ist die Durchschnittstemperatur an der Oberfläche niedrig 1,17—1,62°, im Boden ist sie wenig höher 1,8—2,7°. Im Mai nimmt die Wärme der Oberfläche rasch zu, gegen Februar beträgt die Erwärmung ca. 5°, auch die tiefen Schichten haben eine Wärmezufuhr erhalten, doch ist die Zunahme nur die Hälfte von der an der Oberfläche. Im August haben wir an der ganzen Oberfläche höhere Temperaturen, am niedrigsten sind sie an Station 5 und 3, die im Zuge des ausgehenden Stromes liegen, am Boden hat die Temperatur auch an allen Stationen gewonnen, aber nicht in dem Maße wie oben. Im November ist wieder Abkühlung eingetreten an der Oberfläche, aber die Temperatur ist noch durchweg höher, als sie im Mai beobachtet wurde. Am Boden liegen die Verhältnisse bei den einzelnen Stationen sehr verschieden. Station 1 zeigt Abnahme, 2 dagegen Zunahme gegen die Augusttemperatur. Station 3 und 4 zeigen fast gleiche Wärme im November wie im August, auf Station 5 ist Abkühlung beobachtet. Ich denke mir, die Verhältnisse werden wohl so liegen, daß die höchste Bodentemperatur zwischen August und November erreicht wird und dann allmähliche Abkühlung eintritt, von deren Geschwindigkeit es abhängt, ob höhere, niedere oder gleiche Temperatur wie im August zur Beobachtung gelangt. Im ganzen Gebiet ist im November das Wasser an der Oberfläche kälter als am Boden, es herrscht strikte Katothermie. Da wir im August Anothermie feststellen konnten, so muß in den Zwischenzeiten einmal Homothermie geherrscht haben, es wäre aber auch möglich, daß man besonders an den tieferen Stationen 2 und 3 ein Temperaturminimum in einer intermediären Schicht hätte feststellen können, daß das Wasser dichotherm gewesen wäre.

Quartalsmittel für Salzgehalt und Temperatur der Ostsee.

Wenden wir uns jetzt der Betrachtung der Verhältnisse im mittleren Teil der Ostsee in den einzelnen Jahreszeiten zu. Die Schnitte XXVII, die das Verhalten in den Terminmonaten darstellen, unterscheiden sich nicht sehr charakteristisch vom Schnitt, der uns das Jahresmittel veranschaulicht. Auch untereinander verglichen sind erst beim genaueren Zusehen die Unterschiede in den einzelnen Jahreszeiten zu erkennen, wenn man nur den Salzgehalt in Betracht zieht. Eine Ausnahme macht die 8‰ Isohaline. Im Februar hat das Wasser mit 8—10‰ seine größte Ausdehnung, dementsprechend das Wasser mit weniger als 8 seine geringste Entwickelung. So ist im Februar durchschnittlich an Station 8 kein Wasser anzutreffen, das einen so geringen Salzgehalt hätte. Im Sommer ist hier ein ausgesprochenes Minimum im Salzgehalt an der Oberfläche vorhanden und im November ist wieder Wasser mit beinahe 8‰ Salz an dieser Stelle zu finden. Das winterliche Maximum ist an allen Stationen dieses Gebietes vorhanden, dagegen tritt das sommerliche Minimum zu sehr verschiedenen Zeiten ein, was vielleicht mit den lückenhaften Beobachtungen zusammenhängt. Station 12, direkt vor der Weichselmündung gelegen, zeigt das Minimum im Mai der zu erwartenden Zuführung der Schmelzwässer des Oberlaufs dieses Stromes entsprechend, auch auf Station 8 liegt das Minimum im Mai, wahrscheinlich durch das schmelzende Eis des Bottnischen Busens und Schwedens beeinflußt, dagegen verzögert sich der Zeitpunkt des niedrigsten Salzgehaltes von Osten (Station 12) nach Westen (Station S_4 und 10), fortschreitend vom Mai bis zum November, auf der dazwischen liegenden Station 11 fällt er in den August. Für die tieferen Horizontalebenen stellen sich die Verhältnisse klarer dar, wenn man nicht Schnitte zeichnet, sondern für jede Station in jeder Tiefe die Abweichungen vom

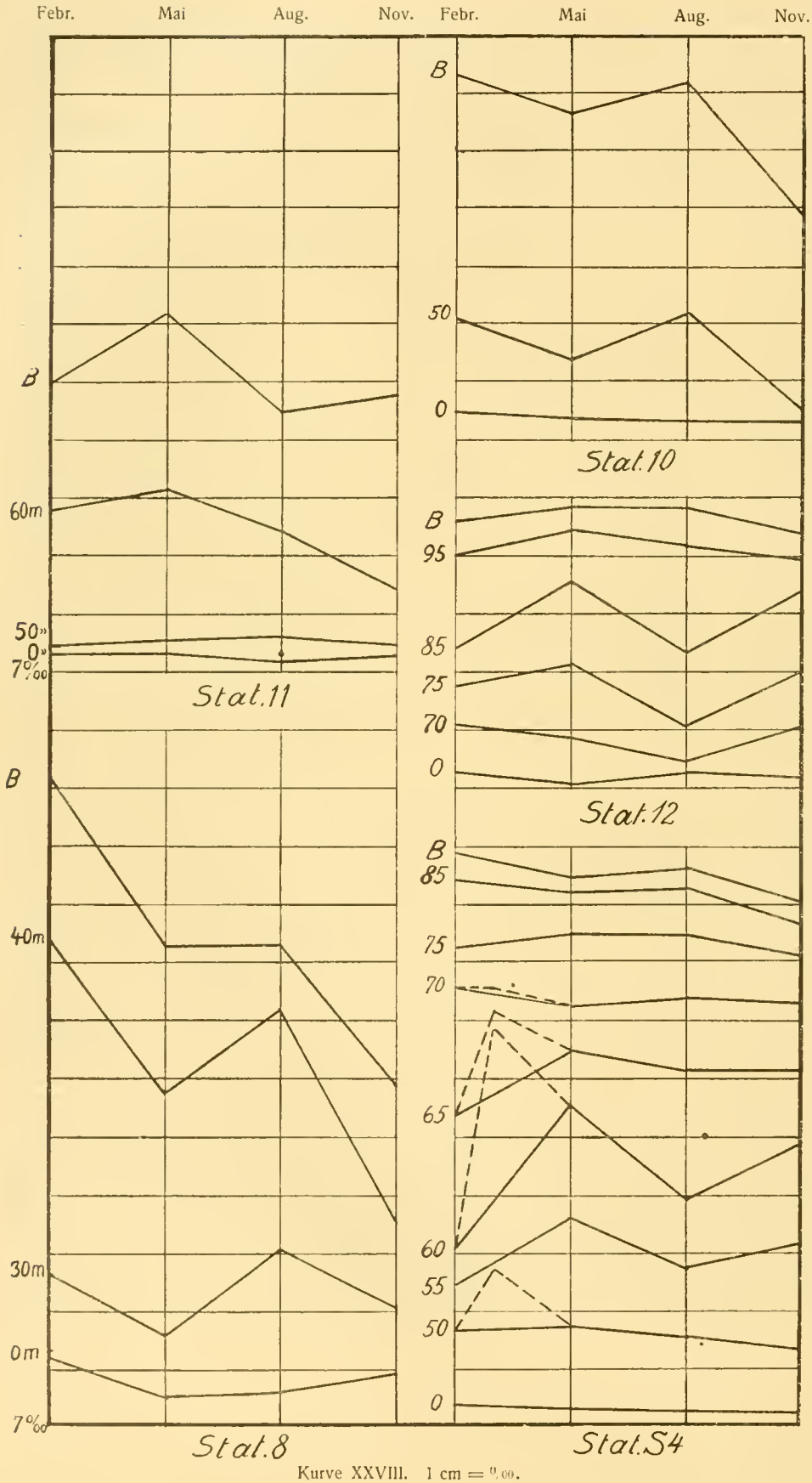
Jahresdurchnitt graphisch darstellt, oder die Salzgehaltskurven für jede Station nach der Zeit einträgt. Das letztere Verfahren habe ich gewählt. Kurve XXVIII.

Wir sehen an der Oberfläche an allen Stationen nur geringe Schwankungen, einzig auf Station 8 kann man wirklich von einem Minimum und Maximum im Salzgehalt sprechen, trotz der geringen Zahl der Beobachtungen. Hier finden wir, was wir nach den Witterungsverhältnissen erwarten müssen, das Maximum im Winter. An allen Stationen zeigt sich die homohaline Deckschicht, auch an Station 8; Schwankungen in ihrer Dicke nach den Jahreszeiten lassen sich hier nicht erkennen, dazu sind die Beobachtungen in zu großen räumlichen Abständen gemacht, 20 m gehört immer zur Oberschicht, 30 m stets zur Unterschicht. Durch gradlinige Interpolation kann man hier nicht die Lage eines bestimmten Salzgehaltes feststellen, da sich beim Übergang von der Deckschicht zur Unterschicht der Salzgehalt sprunghaft ändert. Im Februar hat die homohaline Schicht an Station 8 einen Salzgehalt über 8‰, in anderen Monaten, z. B. Mai, ist hier diese Salzmenge schon ein Beweis, daß das Wasser zur Unterschicht gehört. An dieser Stelle zeigt es sich auch, wie vorsichtig man bei der Benutzung von Mittelwerten sein muß, wenn nur wenige Beobachtungen vorliegen. Für 40 m im November habe ich einen mittleren Salzgehalt von 10,55‰ berechnet. Im Jahre 1908 liegt in den Terminmonaten nur eine Beobachtung vor, nämlich November und zwar ziemlich spät, am 22., während die anderen Beobachtungszeiten meistens in den Anfang des Monats fielen. Die Salzgehaltszahl beträgt 16,62‰, wäre sie ausgefallen, so hätten wir als Mittel nur 9,33‰. Das Gleiche gilt für den Boden, wo wir ohne 1908 12,13‰ statt 12,87 finden würden. Ähnliche Verhältnisse ließen sich auch sonst anführen, allerdings nicht mit so starken Unterschieden.



Kurve XXVII.

Auch an den anderen Stationen ist in der Tiefenerstreckung der Deckschicht nicht viel von einer Einwirkung des Wechsels der Jahreszeiten zu merken. Auf Station 11 liegt eine geringe Andeutung dafür



Kurve XXVIII. 1 cm = ‰.

vor. Die 50 m-Ebene gehört im Februar, Mai und November deutlich zur Deckschicht, während sie im August gerade in der Sprungschicht gelagert ist. Auf Station 12 reicht dem Salzgehalt nach die homohaline Schicht im Februar, Mai und November nicht mehr bis 70 m herab, während wir hier im August nur 7,48‰ Salz haben. Allerdings mahnt die schon wieder ansteigende Temperatur dieser Tiefe zur Vorsicht, denn dieses ist im Sommer ein Anzeichen dafür, daß das Wasser zur Unterschicht gehört. Einen etwas besseren Einblick in das Schwanken der Mächtigkeit der Deckschicht gibt folgende Betrachtungsweise: Im Februar wird in 30 m an Station 8 nur 1mal Oberflächenwasser beobachtet, im Mai 3mal, im August nie, im November 2mal, wir haben also eine Doppelperiode vor uns mit den dicksten Deckschichten im November und Mai. In der Bornholmtiefe zeigt sich nur eine einfache Periode mit einem Maximum der Deckschicht im Februar. 2 Beobachtungen in 55 m zeigen uns hier im Februar an, daß die Deckschicht sich bis in diese Tiefe erstreckt, ja 1mal Februar 1905 finden wir Oberflächenwasser noch in 60 m. Ähnliche Verhältnisse herrschen auf der etwas südlicher ge-

legenen Station 10. Hier ist der Salzgehalt im Februar und November 4mal unter 8‰, dagegen im Mai und August nur je 2mal. Weiter östlich auf Station 11 gehört das 50 m-Niveau durchschnittlich noch in allen Jahreszeiten zur Deckschicht, nur je 1mal im Mai und August reichte das 8‰ Wasser so hoch hinauf. Am weitesten im Osten ist die Deckschicht am mächtigsten ausgebildet, nur 1mal im November kommt 8‰ Wasser bis in die 60 m-Ebene. In dem 75 m-Niveau ist Oberflächenwasser vorhanden im

	Februar	Mai	August	November
in 75 m	2	0	2	0 mal
„ 85 „	2	0	0	0 „

Wir finden also in 75 m noch 2 Maxima der Entwickelung in 85 m, dagegen nur noch 1 gerade wie in der Bornholmtiefe, was der Vermutung Raum gibt, daß an allen Stationen 2 Maxima in einer geeigneten Tiefe zu bemerken sein würden, wenn genügende Beobachtung in allen Monaten vorlägen. Da in der westlichsten und östlichsten Station 2 Maxima auftreten.

Fassen wir die Resultate der Betrachtung nochmals tabellarisch zusammen, so finden wir Oberflächenwasser wird getroffen im

	Februar	Mai	August	November
Station 8 30 m	1	3	0	2 mal
„ S_4 55 „	2	0	0	0 „
„ 10 50 „	4	2	2	4 „
„ 11 60 „	2	2	2	1 „
„ 12 75 „	2	0	2	0 „

Die Durchsicht der Tabelle macht es wahrscheinlich, daß die Entwickelung der Deckschicht sich zeitlich verschiebt um ca. 1/4 Jahr von West nach Ost und daß sie durch die gleiche Ursache bedingt wird.

Sehen wir uns die Diagramme der Stationen noch einmal an, so fallen uns an allen in einer gewissen Tiefe Kurven auf, die ausgesprochen auch 2 Minima und Maxima des Salzgehaltes aufweisen, auf Station 8 die 30 und 40 m-Linie, auf S_4 die von 55 und 60 m, auf Station 10 50 m und Boden, auf Station 11 Boden, auf Station 12 85 und 75 m. Diese Periodizität kann nun 2 Ursachen haben, entweder kann das salzige Wasser der unteren und mittleren Schichten fallen und steigen infolge veränderlichen Zustromes von Westen, oder auch die Oberschicht könnte sich in ihrer Mächtigkeit ändern durch mehr oder weniger starke Zufuhr von Süßwasser und dadurch dem Salzwasser die Eingangsmöglichkeit zur Ostsee nehmen. Ich glaube nicht, daß dieses die Ursache ist, denn sonst würde auf Station 8 nicht der Zeitpunkt eines sehr hohen Salzgehaltes der Oberfläche im November mit der maximalen Tiefenausdehnung der Deckschicht zusammenfallen. Ich glaube die erste erwähnte Ursache ist die hauptsächlichste, und die Periode ist doppelt, weil die Ostsee 2 Hauptzugänge besitzt, den Belt und den Sund, jeder Zugang bewirkt ein einmaliges Ansteigen im Salzgehalt und damit der Dicke der Unterschichten während des Jahres. Vom Belt ist dies schon durch die Kurven vom Fehmarnbelt Feuerschiff nachgewiesen. Hier hatten wir das eine große Salzgehaltsmaximum im Juli. Dieses tritt als Maximum im August in 20 m und am Boden der Kadetrinne auf (Station 5), ebenso als Maximum im August in 30 und 40 m im Arkonabecken, uns damit zeigend, daß wir aus den Vierteljahrsbeobachtungen nicht genügend über das Fortschreiten der Erscheinungen aufgeklärt werden.

Das 2. Maximum an Station 8 wird vom Sund aus bedingt. Hier liegt das Drogden Feuerschiff, dessen Beobachtungen ich zu Durchschnittswerten zusammengefaßt und in eine Kurve (XXIX) eingezeichnet habe. Ich habe hierfür wieder eine andere Darstellungsweise gewählt. Die 4 Kurven zeigen die Prozentzahlen der Tage an im Monat, an denen das Wasser am Drogden Feuerschiff unter 10‰ zwischen 13 und 18‰, zwischen 10—18‰ und über 18‰ hatte. Dabei zählen die ersten beiden Kurven die Prozente von unten nach oben, die beiden anderen von oben nach unten. Ich habe diese Zahlen für die Kurven gewählt, weil ich angenommen habe, daß Wasser bei Drogden unter 10‰ nicht an den Boden vom Arkonabecken gelangen kann, daß Wasser zwischen 10 und 18 oder 13 und 18 wenn auch nicht bis zum Boden der Bornholmtiefe vordringt, so doch die Mittelschichten verstärkt, und daß Wasser über 18‰ bis zum Boden des Bornholmbeckens gelangt, wenn es in einiger Häufigkeit bei Drogden auftritt. Wir finden nun ein starkes Maximum der Häufigkeit des Wassers über 18‰ im Winter, es hat zwar zwischen sich

Kurve XXIX. Prozentzahl der Tage im Monat mit dem bestehenden Salzgehalt.

ein Minimum für den Dezember, doch kann dieses bei den Vierteljahrsbeobachtungen an den Terminstationen nicht bemerkt werden. Diesem Maximum entspricht das starke Maximum des Salzgehaltes an Station 8 im Februar bei 40 m. Diese Einwirkung wird durch den hohen Salzgehalt unterstützt, den das Wasser im Winter in der Kadetrinne hat. Die Häufigkeit des stark salzigen Wassers nimmt nun rasch ab im Frühjahr und hält sich bis zum Herbst auf gleichmäßig niedriger Zahl. Dagegen zeigt das Wasser mit 10—18 wie mit 13 bis 18‰ noch ein intensives Maximum im August, welches das Sommermaximum, das von der Kadetrinne herdringt, verbreitert und dazu beiträgt, wenn auch nicht die Bodenschichten, so doch die mittleren, aber noch zur Unterschicht gehörenden zu verstärken. Im Mai hat das Wasser unter 10‰ ein riesiges Maximum, dementsprechend kann um diese Zeit fast gar kein Wasser zur Erneuerung der Mittel- und Tiefenschichten einströmen.

Nach den Salzgehaltsverhältnissen zu urteilen ist das Wasser aus 20 m in der Kadetrinne durchschnittlich immer imstande, das Wasser in 40 m Tiefe im Arkonabecken zu ersetzen, dagegen nach dem Boden kann es im Februar nicht gelangen, wir haben oben gesehen, daß der hohe Salzgehalt dieser Jahreszeit aus dem Sund stammt. Im allgemeinen muß im ganzen Gebiet in den Unterschichten ein nach Osten gerichteter Strom bestehen, denn in jedem Niveau ist das Wasser an allen Stationen schwerer, als an der nächsten östlicheren im selben Niveau. Es kann also kein Gleichgewicht bestehen. Nun hängt es von den Mischungsverhältnissen auf dem Wege und dem ursprünglichen Salzgehalt ab, ob das Wasser nach dem Boden der östlichen Station gelangt, oder in welche andere Schicht es sich einkeilt. Das Wasser der Kadetrinne der 18 m-Ebene und ebenso des Sundes kann ungehindert bis in die Bornholmtiefe vordringen. Dem Weiterströmen setzt sich dann allerdings ein mechanisches Hindernis entgegen in der Bodengestaltung, so daß nach der Danziger Bucht nur das Wasser aus Tiefen bis 65 m der Bornholmtiefe strömt, da aber hier besonders bei 60 m die 2 Maxima stark ausgeprägt sind, finden wir sie auch an der östlichsten Station, allerdings hier in 75 und 85 m.

Das Bodenwasser der Station 8 vermag in den Monaten Mai, August und November nicht nach dem Boden von S_4 zu gelangen, nur im Februar ist ihm dies seinem Salzgehalt nach möglich. Durchschnittlich muß es sich im

	Februar	Mai	August	November
in	95	70—75	70—75	60—65 m

Tiefe einkeilen, bei der Besprechung der Temperaturverhältnisse werde ich darauf zurückkommen. Auf Station Bornholmtiefe finden sich in den Diagrammen für 50, 60, 65 und 70 m Tiefe punktierte Linien. Ein glücklicher Zufall oder die Erkenntnis der Schweden, daß der Februar hier nicht der charakteristische Monat ist, hat es veranlaßt, daß eine Reihe Beobachtungen vom März vorliegt. Diese zeigen, daß das

Salzgehaltsmaximum in den mittleren Schichten besonders bei 60 m erheblich höher liegt als im Mai und auch gar nicht in diesen Monat fällt. Wir hatten angenommen, daß die beiden Maxima im Salzgehalt durch Einströmen salzigen Wassers im Westen bedingt würden, da war es dann sehr merkwürdig, daß das eine Maximum sowohl an O_{12} wie an S_4 im Mai eintreten sollte. Setzen wir, daß das Wintermaximum an O_8 wirklich in den Februar fällt, so tritt es an S_4 einen Monat später in Erscheinung und an O_{12} wieder 2 Monate später als hier. Die genaueren Zeitdifferenzen ebenso wie der Nachweis des Fortschreitens der Zeit nach des Sommer-Herbstmaximums müßte späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. (Die niedrigen Salzgehaltszahlen für März in der Tiefe von 85 m und Boden liegen daran, daß eine Beobachtung, die zur Berechnung des Mittelwertes mitbenutzt wurde, März 06 in zu flachem Wasser stattgefunden hatte.) Den Bodenverhältnissen nach könnte das Wasser von 60 m der Bornholmtiefe nach dem Boden der Danziger Bucht gelangen, dem sind aber die Salzgehalte im Wege, nur im Mai und November sind die spezifischen Gewichte des Wassers im Bornholmbecken so hoch, daß das Wasser nach dem Boden auf O_{12} gelangen kann. Das Wasser von 65 m würde immer salzig genug sein, doch scheint die Rinne zwischen Stolper- und Mittelbank nicht tief genug zu sein.

Ziehen wir nun die Bodensalzgehaltskurven der mittleren Ostsee in Betracht, so sehen wir, daß die Bodenwasser von Station 10 und 11 den Charakter der Mittelschichten der anderen Stationen haben, denen sie den Tiefen- und Bodenreliefverhältnissen nach nahe stehen. Einem untereinander verschiedenen Typ gehören dagegen Station 8 einerseits und Station 12 und S_4 anderseits an. Auf Station 8 läuft die Bodenkurve abgesehen vom Mai—August gleichsinnig mit der 40 und 30 m-Kurve der ersteren auch ziemlich parallel. Über die Ursachen des starken Wintermaximums ist schon genügend gesprochen worden. Dagegen ist das Sommermaximum hier nicht zur richtigen Ausbildung gekommen, weil das vorhergehende Frühjahrsminimum, das wir an Station 5 in 20 m noch finden, verwischt wird durch ein sekundäres Maximum der Tage mit über 18‰ Salzgehalt bei Drogden, das im April eintritt und seine Wirkung am Boden von dem Arkonabecken, aber nicht mehr in der 40 m-Kurve zur Geltung bringt. Der überaus starke Abfall im Herbst ist durch Wegfließen, den Gewichtsdifferenzen gehorchend, nach Osten zu erklären. Da zu dieser Zeit der Zufluß salzigen Wassers sowohl durch den Sund wie durch die Kadetrinne fast völlig sistiert ist, so muß das Wasser sich durch eine Verdickung der Oberschicht ersetzen. Der gleichen Ursache schreibe ich einige Befunde mit abnorm niedrigem Salzgehalt zu und nicht etwaigen internen Wellen.

Die Bodenkurven von S_4 und O_{12} sind einander sehr ähnlich; sie fallen uns dadurch auf, daß die Änderungen des Salzgehaltes recht unbedeutend sind. Diese geringen Schwankungen des Salzgehaltes erstrecken sich bei beiden Stationen auch auf die direkt über dem Boden befindlichen Schichten, bei S_4 bis oberhalb 70 m, bei O_{12} bis 90 m. Die Ursache ist in beiden Stationen die gleiche. Sie liegen in abgeschlossenen Becken, S_4 steht durch die 60—65 m tiefe Rinne zwischen Stolper- und Mittelbank in Verbindung mit dem östlichen Becken, und die Danziger Bucht ist durch eine Bodenerhebung bis auf 80 m vom Norden geschieden. Die tiefer liegenden Schichten bewahren nun einen hohen Salzgehalt, der ihnen einmal zugeführt ist, da die Aussüßung durch Mischung mit darüberliegendem Wasser in diesen Tiefen schon recht unbedeutend ist, bis ein neuer Strom salzigen Wassers eindringt, der im allgemeinen sich nicht erheblich vom ersten im Salzgehalt unterscheidet.

Fassen wir die Temperaturverteilung in der mittleren Ostsee ins Auge, so sind wir zunächst erstaunt über die Mannigfaltigkeit der Art ihrer Anordnung.

So ist nach Krümmels Terminologie das Wasser an

	im Februar	Mai	August	November
Station 8	Katotherm	Dichotherm	Dichotherm	Katotherm
„ S_4	Mesotherm	„	Poikilotherm	Poikilotherm
„ 10	Katotherm	„	Dichotherm	Anotherm
„ 11	„	„	„	Dichotherm
„ 12	„	„	„	„

Am kompliziertesten scheinen die Verhältnisse an Station S_4 zu liegen und doch können wir uns auch an dieser Station schon ein recht gutes Bild der Ursachen der Wärmebewegungen machen. Die Wärmeänderungen werden bedingt durch Abkühlung und Erwärmung von oben her, durch Mischung und

durch horizontale Strömungen. Die Wärmeleitung kann man wegen ihrer Geringfügigkeit vernachlässigen. Auch bei der Wärmebewegung müssen wir wie beim Salzgehalt die beiden Schichten, die Deck- und Unterschicht unterscheiden. Die Oberfläche erwärmt und kühlt sich ab, dem Stande der Sonne entsprechend, nur zeitlich etwas nachhinkend, so daß die Vierteljahrsbeobachtungen den niedrigsten Wärmegrad im Februar, den höchsten im August ergeben, allerdings darf man nicht den Schluß ziehen, daß man in diesen Monaten die Minima und Maxima wirklich getroffen hat. Die Märzbeobachtungen an Station S_4 zeigen, daß hier dieser Monat der kälteste ist. Ein Schluß, der auch für andere Stationen durch vereinzelte deutsche Beobachtungen, die nicht zahlreich genug sind zur Berechnung von Mittelwerten, wahrscheinlich gemacht wird. Am wärmsten ist es im Sommer auf Station O_{12} und 10, was wohl durch die Nähe der deutschen Küste bedingt ist, dann kommen S_4 und 11, am kältesten ist das Wasser zwischen Schweden und Rügen, wahrscheinlich durch Zufluß aus dem Bottnischen Busen. Vom Mai bis August findet ein sehr rascher Anstieg der Temperatur statt, so daß man einsieht, daß die Bildung von Mittelwerten aus so wenigen Beobachtungen, die nicht immer zur genau gleichen Zeit stattgefunden haben, eine gewagte Sache ist; weniger steil ist der Abfall der Temperatur im Herbst und Winter.

Für die Betrachtung des Temperaturganges der Oberschicht können wir die Stationen S_4, 10, 11 und 12 zusammenfassen, wobei wir von den winterlichen Verhältnissen ausgehen. Durch Abkühlung wird das Wasser, das bis zu einer bestimmten Tiefe keine erheblichen Unterschiede des Salzgehaltes zeigt, schwerer und schwerer und sinkt nach unten, dadurch die Abkühlung rasch in die Tiefe tragend. Nun setzt sich aber diese Zunahme des spezifischen Gewichts nicht unbegrenzt bis zum Gefrierpunkt fort. Es ist vom Süßwasser bekannt, daß es bei ca. 4° C sein höchstes spezifisches Gewicht hat, kühlt man das Wasser weiter ab, so kann es nicht mehr untersinken, sondern lagert sich über das wärmere Wasser, so daß nunmehr der Kältetransport in die Tiefe auf die langsame Leitung und Mischung durch Wind beschränkt wird, bis letztere bei der Bildung der Eisdecke auch aufhört. Durch den Salzgehalt wird der Temperaturpunkt des Dichtigkeitsmaximums tiefer und tiefer gelegt, mit 7,25‰ liegt er bei + 2,45° C, bei 24,7‰ Salz ist er bei — 1,33° C, zugleich der Gefrierpunkt des Wassers, bei noch höherem Salzgehalt sinkt die Temperatur des größten spezifischen Gewichts unter den Gefrierpunkt und wird somit in der freien Natur nicht mehr erreicht. In dem zur Diskussion stehenden Gebiete haben wir es in der Deckschicht mit Wasser von ca. 7¼‰ Salz zu tun, dessen Dichtigkeitsmaximum, wie schon erwähnt, bei 2,45° liegt und 1,00597 beträgt. Durch diese Abkühlung und Zunahme des spezifischen Gewichts wird bewirkt, daß sich das Wasser mit salzreicherem, aber wärmerem mischen kann, denn bei einem Salzgehalt von 7,75‰ beträgt $\sigma_t = 8{,}3°$ auch 5,97. Damit sind wir auch beim höchsten Salzgehalt angelangt, mit dem das Wasser von 7,25‰ homobar werden kann in diesen Gegenden. Denn Wasser von 8‰ Salz hat dieses spezifische Gewicht erst bei 11° und diese Temperatur erreicht es in den Unterschichten an diesen Stationen nie.

Theoretisch muß man zu irgend einem Zeitpunkt im Winter an allen diesen Stationen gleichmäßigen Salzgehalt und gleichmäßige Temperatur in der ganzen Deckschicht treffen. Tatsächlich wird es auf einem Zufall beruhen, wenn gerade dieser Zustand beobachtet wird, und infolgedessen wird er auch nicht in den Durchschnittswerten zum Ausdruck kommen. Diese geben für S_4 folgendes Bild. In 10 und 20 m haben wir Wasser von 7,43‰ Salz, das die Temperatur der größten Dichtigkeit erreicht hat, darunter ist etwas zu warmes Wasser, das sich in den nächsten Wochen noch mit dem darüberliegenden mischen wird. Ganz an der Oberfläche finden wir etwas leichteres Wasser, dessen Temperatur schon unter der des Dichtigkeitsmaximums liegt, so daß es nicht mehr untersinken kann. Überhaupt stört etwas leichteres weniger salziges Wasser, das sich auf die Oberfläche lagert, die Ausbildung der Erscheinung sehr. In der Nähe der Temperatur des Dichtemaximums bewirken Temperaturänderungen nur minimale Unterschiede des spezifischen Gewichts, an der betreffenden Temperatur selbst wird diese Änderung gleich 0, dadurch bedingt der Salzgehalt fast ausschließlich die Schwere des Wassers und selbst wenig süßeres Wasser vermag durch Abkühlung sein Gewicht nicht mehr soweit zu erhöhen, daß es unter das darunterliegende wenig salzigere und wenig wärmere sinken kann.

Auf Station 10 haben wir fast den theoretischen Zustand angetroffen, lägen die Beobachtungen nur ein wenig später, so würde die ganze Deckschicht die Temperatur des Dichtemaximums haben; so sind die unteren Ebenen noch etwas zu warm. Auf Station 11 und 12 treffen wir ähnliche Verhältnisse wie auf

S_4 an. Dagegen ist auf Station 8 die Deckschicht im Februar schon durchweg kälter als dem Maximum der Dichte entspricht, was wohl der geringen Mächtigkeit zuzuschreiben ist. Mit dem Aufstieg der Sonne erwärmt sich das Wasser an der Oberfläche allmählich, doch behalten dabei die tieferen Ebenen der Deckschicht ihre niedrige Wintertemperatur. Langsam wird die Wärme durch die Kraft des Windes nach der Tiefe fortgepflanzt, an der unteren Grenze der Deckschicht ist die Temperatur

	Februar	Mai	August	November
Station 8 20 m	1,75	4,95	11,54	8,31
„ S_4 40 „	2,55	3,59	6,15	8,17
„ 10 40 „	2,68	3,75	5,90	8,50
„ 11 50 „	2,58	3,09	3,98	7,88
„ 12 60 „	2,62	2,70	3,40	5,50

Je tiefer die Deckschicht herabreicht, desto langsamer schreitet die Erwärmung fort. Erst im Herbst wird sie etwas beschleunigt dadurch, daß sich die Oberfläche nun wieder abkühlt, mit dem Bestreben in die Tiefe zu sinken, damit aber die Windmischung unterstützend. So müssen wir annehmen, daß die Temperatur von 5,50° in 60 m auf Station 12 noch nicht das Maximum darstellt, das tritt wahrscheinlich erst im Dezember mit ca. 7° auf; diese Meinung wird bestärkt durch folgende Überlegung. Bei 60 m beträgt der Salzgehalt im November noch 7,69°, im Februar aber nur 7,36°. Nun hat bei 5,50° das Wasser im November ein spezifisches Gewicht von 6,12, es muß um 2° wärmer werden, um auf das spezifische Gewicht der darüberliegenden Schichten bei dem Dichtemaximum zu gelangen und sich mit ihnen leicht zu mischen. Neben der Erwärmung von oben kommt noch eine geringe Wärmezufuhr aus den Unterschichten in Betracht, wenigstens für die Monate Februar, Mai und August, diese ist dann stets mit einer geringen Erhöhung des Salzgehalts verbunden.

Verfolgen wir nun den Lauf der Temperatur in der Unterschicht. Zu allen Jahreszeiten nimmt in ihr auf Station 8 die Temperatur nach dem Boden hin zu. Im allgemeinen bleibt sie noch mehr als an der Oberfläche hinter der Jahreszeit zurück, doch in ziemlich engem Gange ihr folgend, im Winter nicht so tief sinkend, wenn uns nicht spätere Beobachtungen, die im März stattfinden müßten, durchschnittlich tiefere Temperaturen zeigen als im Februar. Im Herbst finden wir einen Zustand, in dem die ganze Wassersäule von der Oberfläche bis zum Boden gleich temperiert ist.

Im Bornholmtief zeigen die Temperaturen der Unterschicht im Februar ein Maximum bei 65 m, ob das kleine Minimum bei 55 m und das niedrige Maximum in 85 m real sind, oder nur durch die zu geringe Zahl der Beobachtungen veranlaßt, will ich nicht erörtern. Auch noch im März ist das Wasser von 60—75 m wärmer als das von 50 m und das am Boden, im Mai ist das Wasser von 50—65 m kalt, dann folgt eine gleichmäßig temperierte Schicht bis zum Boden. Im August zeigt sich wieder ein beginnendes Temperaturmaximum an in 65 m, im November werden alle Schichten von 50—75 m stark erwärmt, das Maximum finden wir mit 7,19° in 60 m. Diese merkwürdigen hohen Temperaturen kommen noch etwas ausgeprägter zur Geltung, wenn wir die Mittelbildung nicht für eine bestimmte Tiefenebene vornehmen, sondern so verfahren, daß wir von jeder Beobachtungsreihe das Temperaturmaximum notieren, den dazugehörigen Salzgehalt und die Tiefe und dann das Mittel nehmen. Wir erhalten dann

für November	7,54°	12,04‰	60 m
„ Februar	6,4°	12,14‰	70 „
„ März	6,3°	14,17‰	67 „ (nur 2 Beobachtungen).

Diese hohen Temperaturen hatten zunächst etwas Überraschendes, zu ihrer Erklärung wurde sogar eine Einwirkung vom Ozean angenommen, obgleich schon Hensen die verhältnismäßig hohen Tiefentemperaturen der Ostsee auf das im Sommer bei Gjedser am Boden einströmende warme Wasser zurückführen wollte. Ich meine, es genügen dazu völlig die Temperaturverhältnisse und die Unterschiede des spezifischen Gewichts zwischen Arkonabecken und Bornholmtiefe, wobei wir wiederum die Beobachtungen der zwischen den Terminmonaten liegenden Zeiten schmerzlich vermissen.

	Station 8 σ_t					S_4				
m	Febr.	Mai	Aug.	Nov.	m	Febr.	März	Mai	Aug.	Nov.
					50	6,93	8,82	7,01	6,84	6,61
					55	7,53		8,53	7,82	8,02
30	7,76	6,89	7,43	7,02	60	8,02	11,03	10,04	8,74	9,31
40	12,32	10,17	10,57	8,07	65	9,73	11,25	10,79	10,49	10,32
B	13,70	12,21	11,54	10,24	70	11,57	11,51	11,35	11,47	11,29
					75	12,08	12,14	12,33	12,38	12,10
					85	13,00		12,87	12,96	12,49
					B	13,31		13,12	13,24	12,96

Wir sehen beim Vergleich der Zahlen, daß das spezifische Gewicht in allen Jahreszeiten auf Station 8 höher ist als in den gleichen Niveaus der Station S_4, es muß sich also dauernd ein Strom von 8 nach S_4 erhalten können. Das salzige Wasser im Februar auf Station 8 ist 15 m dick und kalt, 1,78—2,58°, nach dem Gewicht kann es sich mit dem Wasser im Bornholmbecken von 55—95 m mischen. Es wird eine Abkühlung dort hervorrufen, die allerdings dadurch, daß sich das Wasser auf ein großes Vertikalgebiet verteilt, gemildert wird. Da auch das Bodenwasser mit erneuert wird, so werden die salzigen Schichten erheblich in die Höhe gehoben werden und infolge vertikaler Mischungen werden die Unterschiede der einzelnen Niveaus vermindert. Diesen Zustand zeigen uns die Märzbeobachtungen an S_4. Im Mai kann sich das Wasser im Arkonabecken von 30 m bis Boden in die Niveaus von 50—75 m der Arkonatiefe einkeilen. Im Westen ist das Wasser rund 4° warm, im Osten 2,87—4,2°, die Folge wird sein, daß sich die oberen Schichten anwärmen, die unteren um ein geringes abkühlen. Im August werden die Ebenen, zwischen die sich das Wasser von Station 8 auf S_4 einschieben kann, noch enger aneinander gedrängt, es hat gleiches Gewicht mit dem Niveau von 53—70 m. Da nun das Augustwasser bei Arkona in den unteren Schichten stark erwärmt ist, müssen wir in diesen Ebenen an Station S_4 eine erhebliche Steigerung der Temperatur finden. Im November hat das Wasser von Station 8 gleiches spezifisches Gewicht mit dem von 52—65 m an S_4, auf 8 hat es eine Temperatur von 8,68—8,87°, es müßte also das Wasser im Osten, das nur 7° hat, noch anwärmen können. Die nächste Beobachtung im Februar zeigt aber hier wieder niedrigere Temperaturen, wahrscheinlich fällt das Temperaturmaximum in den Dezember. Gleichzeitig sehen wir, daß die unteren Schichten an Station S_4 vom November zum Februar eine Temperatursteigerung erfahren [1]), da dabei der Salzgehalt zunimmt, kann sie nicht durch Mischung mit wärmerem höherem Wasser entstanden sein, sondern muß ihre Entstehung einem Zufluß verdanken. Wir erinnern uns, daß die Tage, an denen das Wasser bei Drogden über 18‰ Salz aufweist, ein Maximum im November haben, mit verhältnismäßig hoher Temperatur. Dies Wasser muß zwischen November und Februar nach der Bornholmtiefe gelangt sein.

Über den Temperaturgang an den Stationen 10, 11 und 12 ist nicht viel zu sagen, Station 10 schließt sich eng an die entsprechenden Tiefen von S_4 an, die mit ihr auf gleicher Länge liegt. Für Station 11 und 12 haben wir wahrscheinlich die Beobachtungsmonate schlecht gewählt, so daß die Vorgänge nicht richtig in Erscheinung treten.

Die Vorgänge müssen sich der Zeit nach von West nach Ost verschieben, da die Verschiebungen mit größter Wahrscheinlichkeit nicht ebensolange auseinanderliegen wie unsere Beobachtungen, so können wir nur ein sehr abgeschwächtes Bild erhalten. Das Wasser der unteren Schichten auf Station 11 und 12 stammt aus 50—65 m der Bornholmtiefe. Hier haben wir ein Temperaturmaximum für den Herbst konstatiert. Auf der verhältnismäßig nahe liegenden Station 11 ist es auch noch als hohe Bodentemperatur im November zu finden, auf der weiter gelegenen Station 12 fallen die höchsten beobachteten Tiefentemperaturen in den Februar, ein Ansteigen der Temperatur ist aber auch hier schon im November zu spüren, denn sämtliche Schichten zeigen im November höhere Temperaturen als im August, das rührt natürlich daher, daß auch

[1]) Nicht ausgeschlossen ist, worauf schon Knudsen hingewiesen hat, daß die Temperatursteigerung nur in unseren Rechnungen auftritt, bewirkt durch eine abnorme in einer kleinen Zahl von Beobachtungen.

im Bornholmtief das Steigen der Temperatur nicht plötzlich im November eingesetzt hat, sondern allmählich vom August beginnend eintrat, finden wir doch schon dort in 65 m die verhältnismäßig hohe Temperatur von fast 5°.

Quartalsmittel für den Sauerstoffgehalt am Boden der Belt- und Ostsee.

Außer den Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt liegen noch eine Reihe von Bestimmungen des Sauerstoffgehalts vor. Von den meisten Stationen recht häufig am Boden ausgeführt, auf Station O_{12} auch noch in 75, 85 und 95 m so regelmäßig ausgeführt, daß man für diese Tiefen das Quartalsmittel berechnen kann.

Boden	Februar		Mai		August		November		März	
	ccm	%	ccm	%	ccm	%	ccm	%	ccm	%
Station 1	7,66	90	5,84	72	4,42	64	6,05	82		
„ 2	7,29	87	5,69	70	3,65	51	2,10	30		
„ 3	7,83	94	6,67	84	4,97	72	5,75	81		
„ 4	6,98?	82	6,73	82	4,09	58	5,07	70		
„ 5	8,41	96	7,31	88	4,94	72	6,63	87		
„ 8	7,86	91	6,79	81	4,89	70	6,44	85		
„ S_4	4,43	54	3,60	43	2,37	29	2,25	27	4,95	60
„ 10	4,63	57	5,14	60	3,85	47	4,97	60		
„ 11	5,91	70	5,27	62	5,16	60	4,89	59		
„ 12	3,27	39	4,01	47	2,37	28	3,48	41		
„ 12 95 m	3,52	42	4,46	53	3,41	40	4,21	50		
„ 12 85 „	6,57	76	4,63	54	5,36	61	4,64	54		
„ 12 75 „	6,80	78	5,78	65	7,01	79	5,38	61		

Um diese Zahlen richtig würdigen zu können, muß man sich zunächst die Ursachen vergegenwärtigen, von denen der Sauerstoffgehalt abhängt. Physikalisch sättigt sich die Oberfläche mit diesem Gas entsprechend Salzgehalt, Luftdruck und Temperatur. Dann überwiegt in den oberen Schichten die Produktion die Konsumtion, wenigstens zu Zeiten der Blüte der Vegetation. Diese Produktion ist aber in der Ostsee nur an die allerobersten Schichten gebunden, wie Apsteins Nachweis der Planktonverteilung gelehrt hat. In der Tiefe muß dagegen die Konsumtion überwiegen, die einmal biologisch und zweitens auch chemisch sein kann. In der Tiefe kommt noch die Änderung des Sauerstoffgehalts durch Zufuhr neuen Wassers in Betracht, die theoretisch, sowohl Vermehrung wie Verminderung des Bestandes, je nach der Sauerstoff-führung des zuströmenden Wassers sein könnte. Ich glaube zwar, daß sie in der Ostsee stets zur Vermehrung beiträgt. Die rege biologische Produktion bewirkt, daß wir im Sommer, Mai und August in der Ostsee an der Oberfläche stets mehr Sauerstoff haben, als im Herbst und Winter, wenn wir die Menge in Prozent der Sättigung ausdrücken. Unterstützt wird dies dadurch, daß durchschnittlich im Sommer höherer Barometerstand herrscht als im Winter und wir die Sättigung für den Normalstand berechnen; allerdings würden die Barometerschwankungen nur unbedeutende Schwankungen im Gehalt an Sauerstoff hervorrufen. Die chemische wie die biologische Konsumtion an Sauerstoff können wir einer gemeinsamen Betrachtung unterwerfen, denn es handelt sich in beiden Fällen um Verbrennung teils gelöster, teils suspendierter oxydabler Substanzen. In erster Annäherung wollen wir diese als konstant ansehen. Dann können wir auf den Verbrauch des Sauerstoffs die Gleichung der chemischen Reaktionen erster Ordnung anwenden

$$\frac{\partial x}{\partial t} = k \cdot x$$

Intergrieren wir die Gleichung, so bekommen wir

$$k = \frac{\log x_0 - \log x}{t}$$

Wir müssen demnach in einer stagnierenden Wassermasse die Zeit berechnen können, zu der sie den Sauerstoffgehalt x_0 hatte, wenn wir zu irgendeiner Zeit den Sauerstoffgehalt bestimmen, vorausgesetzt, daß k bekannt ist.

Das geht nun leider nicht für alle Fälle, denn die Konstante k ist sehr stark abhängig von der Temperatur, derart, daß sie bei einer Erhöhung um 10^0 sich ungefähr verdoppelt. Ferner ist die Annahme, daß die Masse der oxydierbaren Substanz konstant sei, nur eine sehr rohe Annahme. Die absterbenden Organismen betragen sicher einen bestimmten Prozentsatz der vorhandenen, so daß die Verwesung bei starker Planktonproduktion auch zunehmen muß. Für die Bodenschichten, besonders der tieferen Stellen, wird unsere Annahme allerdings ziemlich zutreffen, da hier von untenher stets die verbrennbare Substanz ziemlich konstant gehalten werden wird; auch die Temperaturschwankungen sind nicht sehr erheblich.

Die Quartalsmittelwerte zeigen uns nun folgendes: In der westlichen Ostsee sind die Stationen 3 und 5 zu allen Jahreszeiten die am besten ventilierten; der Grund ist naheliegend, sie befinden sich direkt in dem großen Stromsystem vom Belt nach der Ostsee. Auf allen Stationen 1, 3, 4, 5, eine einzige Ausnahme macht 2, haben wir ein Minimum sowohl in Kubikzentimeter ausgedrückt wie in Prozenten der Sättigung. Es wäre verkehrt, daraus den Schluß zu ziehen, daß das Wasser im August länger stagnierte als zu anderen Jahreszeiten, wissen wir doch gerade von Station 3, daß im Juli der größte Zufluß an salzigem Wasser erfolgt. Dieses Minimum ist bedingt einmal dadurch, daß wärmeres Wasser weniger Sauerstoff zu lösen vermag als kaltes und zweitens durch die große Steigerung der Reaktionskonstanten bei erhöhter Temperatur. Im Mai finden wir an den Stationen 1, 3 und 5 entweder die gleichen Prozente der Sättigung wie im November oder geringere. Da im November die Bodentemperatur erheblich höher liegt als im Mai, ist dies ein Zeichen dafür, daß das Wasser im Frühjahr länger stagniert als im Herbst, denn es ist nicht wahrscheinlich, daß die verwesende organische Substanz im Mai größer ist als im November. Für Station 2 müssen wir dagegen für das Wasser, das wir in letztgenanntem Monat angetroffen haben, eine längere Stagnation annehmen oder eine erhebliche Vermehrung der organischen Substanz (letzteres wäre möglich infolge des Ceratienmaximums im Herbst), denn an Station 2 sinkt das Sättigungsverhältnis von 51% im August auf 30% im November. Da der Verbrauch an Sauerstoff stets der vorhandenen Menge dieses Gases proportional ist, so müßte die Abnahmegeschwindigkeit hier mehr als doppelt so groß, als wenn die Sättigung von 100 auf 79 abnehme, sein, oder es stand eine längere Zeit für die Reaktion zur Verfügung, d. h., das Wasser muß ziemlich lange nicht erneuert worden sein.

In der mittleren Ostsee gilt für Station 8 das gleiche wie für Station 1, 3, 5 der westlichen Ostsee, besonders mit Station 3 hat das Arkonabecken beinahe gleiche Sauerstoffzahlen. Anders ist das Verhalten an den übrigen östlichen Stationen. Für S_4, wo wir auch die Märzbeobachtungen haben, sehen wir ein Maximum in diesem Monat, dann nehmen sowohl der absolute Gehalt wie die Sättigungsprozente ab bis zum August, um nun gleich zu bleiben, bis zum November, wodurch angezeigt wird, daß in diesem Zeitraum wenigstens durch horizontale oder vertikale Bewegung soviel Sauerstoff zugeführt wird, als durch Oxydation verbraucht wird, denn diese ist ein Vorgang, von dem wir annehmen müssen, daß er nie stille steht, es sei denn, daß die Temperatur unter eine bestimmte Schwelle sinkt, wovon hier nicht die Rede sein kann. Auf Station 10 ist der Sauerstoffgehalt ziemlich gleichmäßig im Februar, Mai und November, in dieser Zeit muß sich also Verbrauch und Zufuhr ungefähr die Wage halten, im August finden wir ein Minimum, das auf Minderung des Zuflusses deuten kann, oder darauf, daß das zufließende Wasser weniger Sauerstoff enthält als zu anderen Jahreszeiten. Umgekehrt zeigt uns Station 11 ein Maximum von Sauerstoff im Februar. In der Danziger Bucht hat das Bodenwasser am meisten Sauerstoff im Mai, am wenigsten im August, da dabei Salzgehalt und Temperatur sich nicht ändern, wird wohl der Schluß auf minimale Zufuhr neuen Wassers in dieser Zeit gerechtfertigt sein. Die 85 und 75 m-Ebene zeigen dagegen recht hohe Sauerstoff-Prozentzahlen im Februar und August, verglichen mit Mai und November. Der Grund hierfür ist in dem Umstand zu suchen, daß zweimal die Deckschicht sich bis in diese Tiefen erstreckt und so sehr hohe Durchschnittswerte verursacht hat. Das Maximum des Sauerstoffgehalts am Boden von S_4 ist erheblich höher als auf 12, es kommt also auf die westliche Station mehr sauerstoffreicheres Wasser als auf die östliche, dagegen ist das Minimum auch tiefer in der Bornholmtiefe, das Wasser wird hier also länger stagnieren als in der Danziger Bucht, resp. in diese fließt ständig etwas neues Wasser ein, was wir ja auch nach den Salzgehaltszahlen bei S_4 in 62 m verglichen mit 12 angenommen haben.

Die Beobachtungen der Jahre 1908/09 und 1910/11.

In den Jahren 1908/09 und 1910/11 sind die Untersuchungen zu schneller aufeinanderfolgenden Zeiten und an näher beieinandergelegenen Stationen ausgeführt worden, im Zusammenhange mit Untersuchungen über Fischeier. Ich will im folgenden die Resultate in hydrographischer Hinsicht besprechen. Vergleichen wir zunächst die allgemeine Charakteristik beider Perioden mit den Jahresdurchschnitten, so kann sich dieser Vergleich natürlich nur auf die Terminmonate erstrecken und nur auf diejenigen Stationen, die zugleich Terminstationen waren. Wir finden

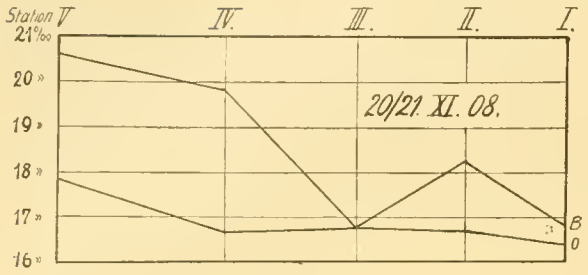
Station	Nov. 08	Febr. 09	Mai 09	Aug. 09	Nov. 09	Febr. 11	Mai 11	
I	—	—	n	—	—	+	+	Temp. oben
IV	—	—	n	—	n	+	+	
VII	—	—	n	—	n	+	+	
VIII	—	—	n	—	n	+	+	
X	—	—	n	—n	n	+	+	
I	+	n	n	+	+	n	n	Salz oben
IV	n	n	+	+	+	n	—	
VII	+	+	+	+	+	+	—	
VIII	n	n	+	+	+	n	—	
X	+	n	+	+	n	+	—	
I	n	n	n	+	+	n	—	Salz unten
IV	—	n	+	n	+	n	—	
VII	n	—	+	—	—	n	+	
VIII	—	+	+	n	n	n	n	
X	n	+	+	n	+	n	—	

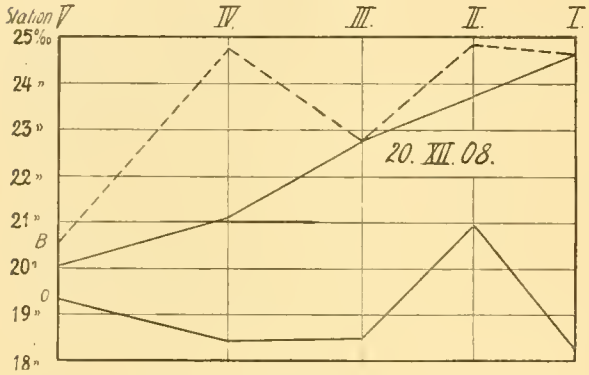
— bedeutet kälter oder weniger Salz als normal; + wärmer oder mehr Salz als normal. Es sind nur Unterschiede von mehr als 1° und 1‰ berücksichtigt. n bedeutet normal. Die Tabelle zeigt uns, daß die Monate November 08, Februar 09 und August 09 zu kalt, dagegen Februar und Mai 11 zu warm waren. Was den Salzgehalt der Oberfläche anbetrifft, so müssen wir einen Überschuß über den Durchschnitt im Jahre 1909 feststellen, während der Mai 1911 in den obersten Schichten zu wenig Salz zeigt. Der Bodensalzgehalt scheint im Durchschnitt an allen Stationen beider Perioden normal gewesen zu sein, abgesehen vom Mai 1909, wo an 4 Stationen ein +-Zeichen vermerkt ist.

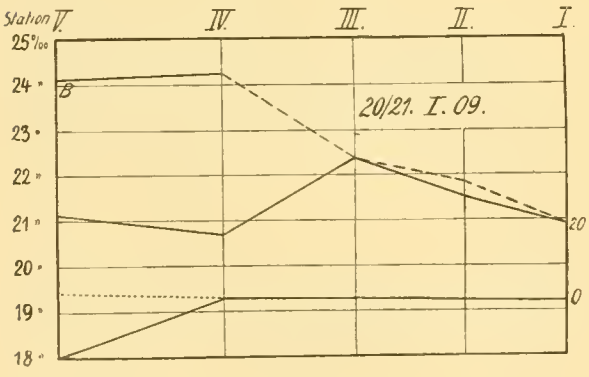
a) Die westliche Beltsee.

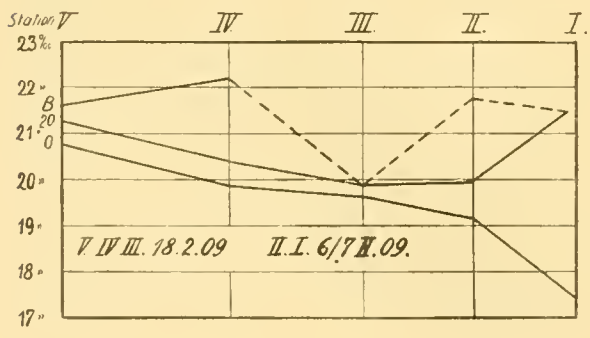
Zur näheren Darstellung der hydrographischen Zustände zerlegen wir die westliche Ostsee in verschiedene Schnitte. 1. in einen nordsüdlichen, parallel der schleswig-holsteinischen Küste die Stationen V IV III II I umfassend, 2. ein westöstlicher mit den Stationen V IV VI VII XVI X und 3. einen, zu dem der 2. von Station VII an sich verhält wie die Sehne zum Bogen, durch die Stationen VII VIII IX X. Auf dem 1. Schnitt sind folgende Tiefenverhältnisse (Kurven XXX): Station I ist 19—20 m tief, II und III sollen 22—24 m haben, häufig sind sie aber an etwas zu flachen Stellen genommen worden, auf IV finden wir einen vertieften Kessel von 35 m und V soll 25 m haben, in 22—24 m sind alle Stationen miteinander verbunden, ohne daß Hindernisse dazwischen auftreten, wenn auch nicht immer auf dem nächsten Wege von einer zur anderen. Nur Station I ist von den anderen durch Gabelsflach und Stollergrund getrennt. Im allgemeinen fällt der Oberflächensalzgehalt von V nach I, doch kommen auch ziemliche Ausnahmen vor, wie z. B. im Dezember 1908, wo ein erhebliches Maximum an Station II konstatiert wird. Im Dezember 1910 ist die Kurve direkt umgekehrt wie normal orientiert, in diesem Zeitpunkt liegt das Maximum an Station I und II mit beinahe 5‰ mehr als an Station V. Die Ursache ist wohl darin zu suchen, daß Station I und II nicht auf dem direkten Wege des aus der Ostsee ausgehenden Stromes sind und daher häufig nicht von ihm berührt werden, wenn seine Breitenausdehnung nicht erheblich ist, wie meistens im Winter. Manchmal auch ist die Oberfläche des ganzen Gebietes gleich salzig wie im Januar 1909, besonders

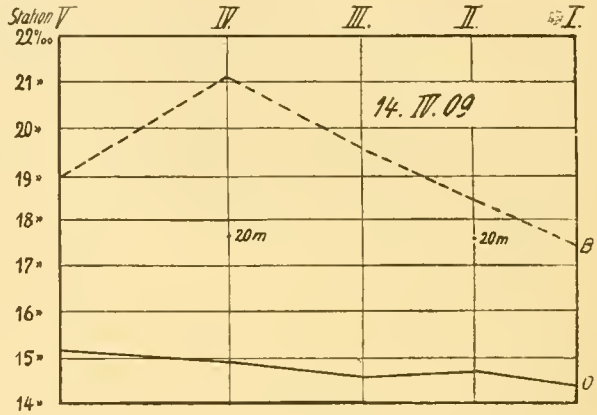
Kurven XXX.

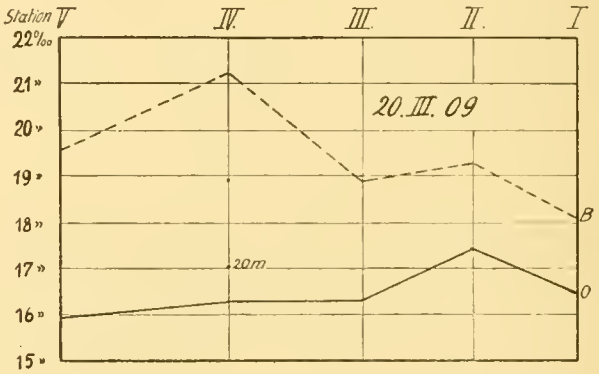

Station V IV. III. II. I.
21‰
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
20/21. XI. 08.
B
0

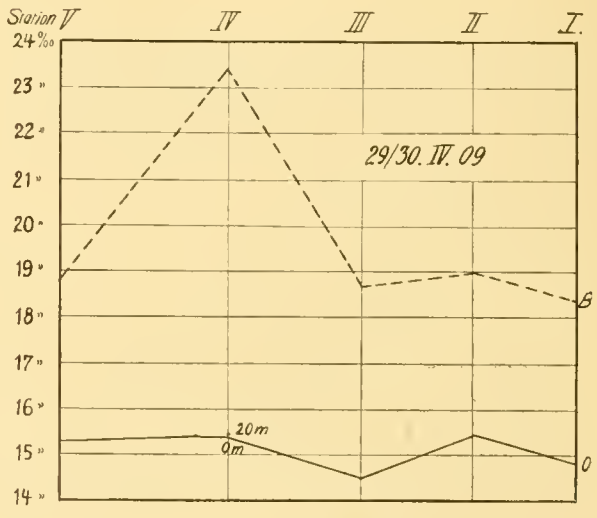

Station V IV. III. II. I.
25‰
24 »
23 »
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
B
0
20. XII. 08.

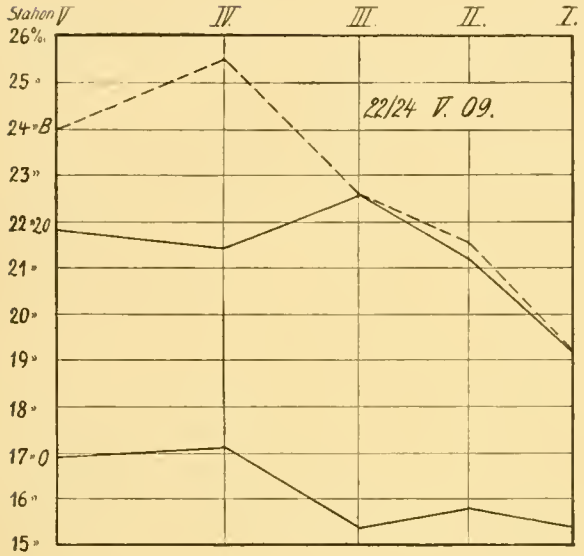

Station V IV. III. II. I.
25‰
24 »
23 »
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
B
20
0
20/21. I. 09.

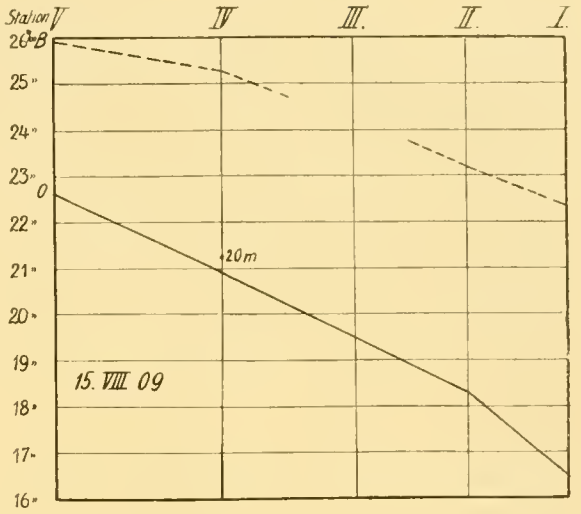

Station V IV. III. II. I.
23‰
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
B
20
0
V IV III. 18.2.09 II. I. 6/7 II. 09.

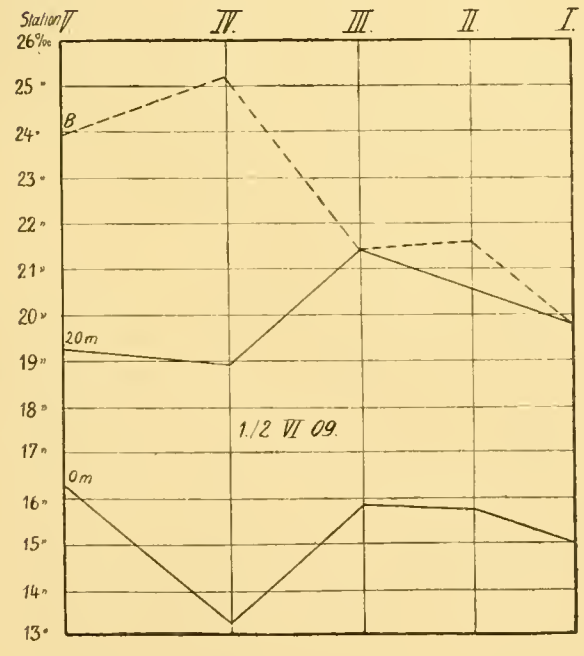

Station V IV. III. II. I.
22‰
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
14. IV. 09
20m
20m
B
0

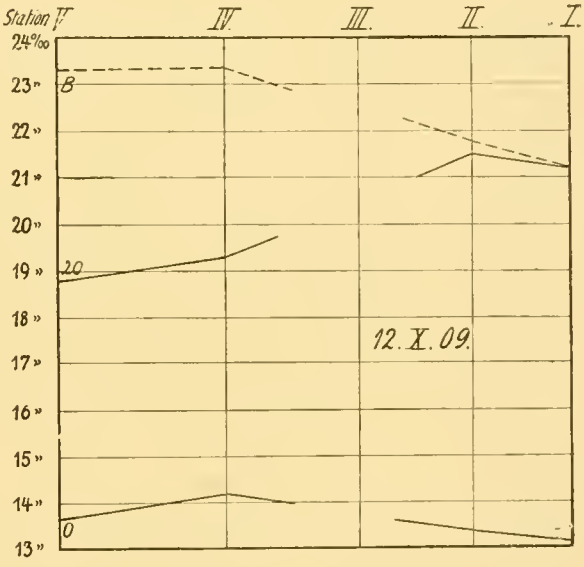

Station V IV. III. II. I.
22‰
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
20. III. 09
20m
B
0

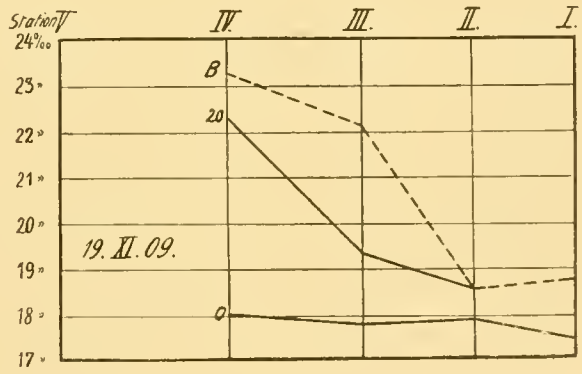

Station V IV III II I.
24‰
23 »
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
29/30. IV. 09
20m
0m
B
0

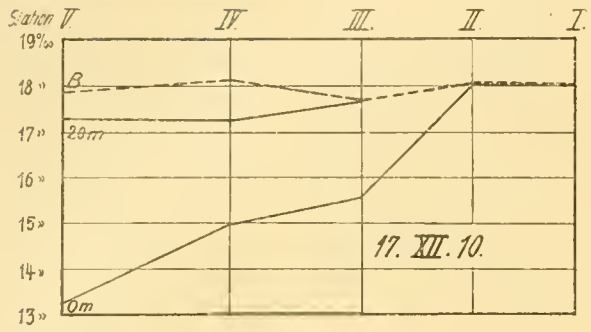

Station V
IV.
III.
II.
I.
26‰
25 »
24 » B
23 »
22 » 20
21 »
20 »
19 »
18 »
17 » 0
16 »
15 »
22/24 V. 09.

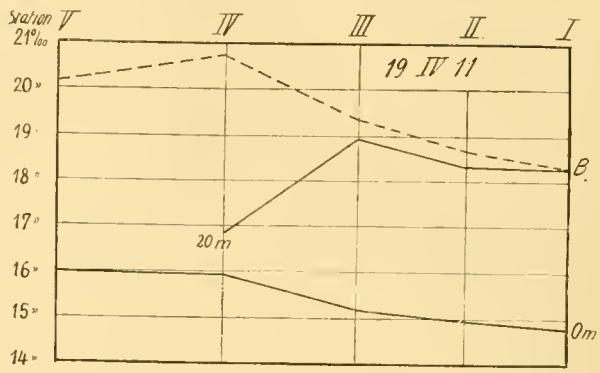

Station V
IV
III.
II.
I.
26‰ B
25 »
24 »
23 »
0
22 »
20m
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15. VIII. 09

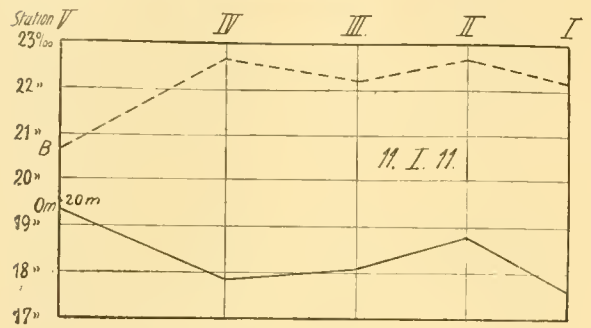

Station V
IV.
III.
II.
I.
26‰
25 »
B
24 »
23 »
22 »
21 »
20 »
20m
19 »
18 »
17 »
1./2. VI. 09.
0m
16 »
15 »
14 »
13 »

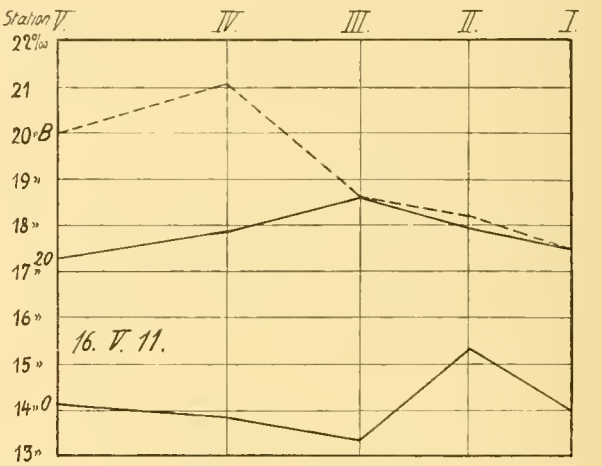

Station V
IV.
III.
II.
I.
24‰
23 » B
22 »
21 »
20 »
19 » 20
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
12. X. 09.
0
13 »

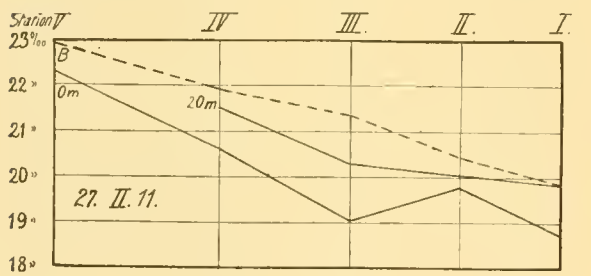

Station V
IV
III.
II.
I.
24‰
B
23 »
20
22 »
21 »
20 »
19. XI. 09.
19 »
0
18 »
17 »

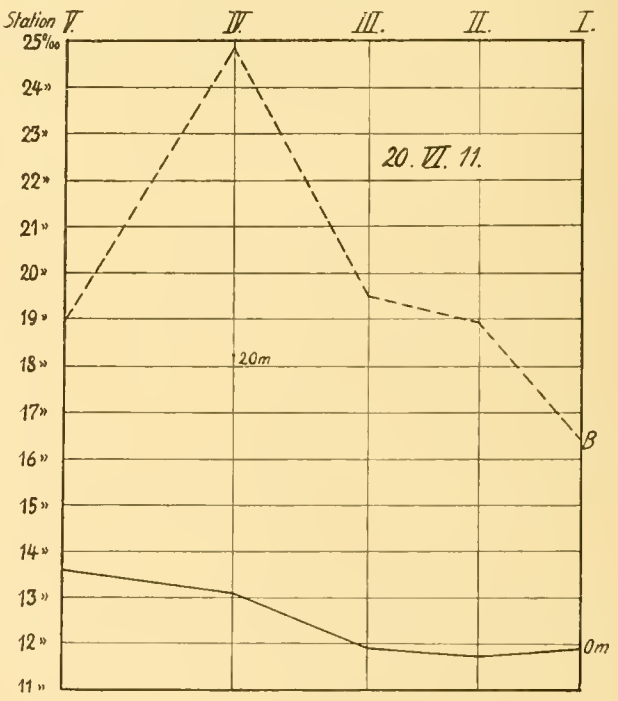

Station V
IV.
III.
II.
I.
19‰
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
13 »
B
20m
0m
17. III. 10.

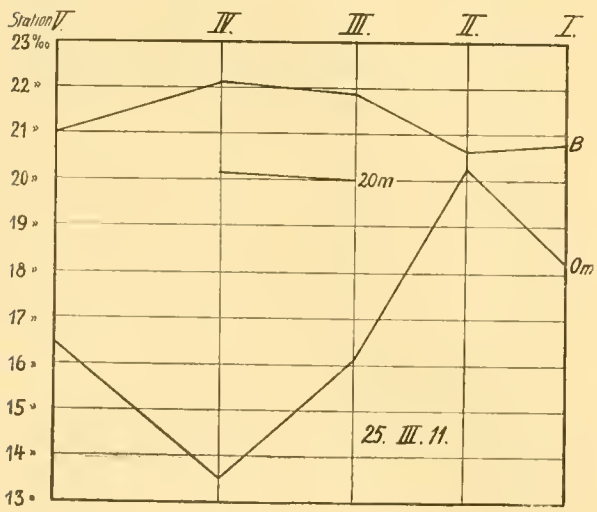

Station V
IV
III
II
I
21‰
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
19 IV 11
B
20m
0m


Station V
IV
III.
II.
I.
23‰
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
B
0m
20m
11. I. 11.


Station V.
IV.
III.
II.
I.
22‰
21
20
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
13 »
B
20
0
16. V. 11.


Station V
IV.
III.
II.
I.
23‰
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
B
0m
20m
27. II. 11.


Station V.
IV.
III.
II.
I.
25‰
24 »
23 »
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
13 »
12 »
11 »
20. VI. 11.
20m
B
0m


Station V
IV.
III.
II.
I.
23‰
22 »
21 »
20 »
19 »
18 »
17 »
16 »
15 »
14 »
13 »
B
20m
0m
25. III. 11.

wenn man die zweifelhafte 0 m-Beobachtung auf Station V nicht berücksichtigt, sondern dafür die 5 m-Beobachtung einträgt (punktiert). Ein typisches Bild für den Winterzustand dieses Meeresteiles gibt uns der 27. Februar 1911: zwischen Oberfläche und Boden überall nur geringe Unterschiede, nur auf Station III ist die Differenz etwas größer, Abnahme des Salzgehaltes von V nach I nur in der Eckernförder Bucht etwas unterbrochen. Die Unterschiede im Salzgehalt können zwar noch geringer werden, siehe Station II am 25. März 1911, aber sie sind nicht für alle Stationen so gering wie im Februar 1911. Ein sehr instruktives Bild für den Frühjahrszustand gibt uns der Mai 1909 mit der großen Salzgehaltsdifferenz zwischen der 0 und 20 m-Ebene. Sehr interessant sind auch die Kurven vom Juni 1911. Wir haben fast gleichmäßig niedrigen Salzgehalt auf allen Beobachtungsstellen an der Oberfläche, der ausgehende Strom macht sich überall gleichmäßig geltend, dann ein starkes Anwachsen des Salzgehaltes bis zum 20 m-Niveau und ein überaus hohes Maximum des Salzgehaltes im tiefen Kessel vom Alsenbelt, das uns an das Maximum des Salzgehaltes vom Fehmarnbelt Feuerschiff erinnert. Eine auffällige Erscheinung ist der abnorm hohe Salzgehalt am Boden von Station I und II im Dezember 1908, der sogar den an der tieferen Station IV übertrifft.

In diesen beiden Perioden sind auch vielfach Sauerstoffbestimmungen ausgeführt worden, die bisher noch nicht veröffentlicht sind. (Tabelle 5.) So sehen wir für Station I, daß das Wasser im Dezember, Januar und Februar vor längerer Zeit an der Oberfläche gewesen sein muß als im November, denn die Sättigungsprozente sind trotz niedrigerer Temperatur geringer als im November. Die Sauerstoffzahlen zeigen auch, daß das Wasser am Boden an den einzelnen Stationen zu sehr verschiedenen Zeiten erneuert wird. So finden wir in Station II und IV niedrige Sauerstoffprozente im November 1908, während die Stationen I und V gut ventiliertes Wasser zeigen. Schon die Temperatur lehrt uns, daß das Wasser an den beiden erstgenannten Stationen mit seiner über 2° höheren Temperatur vom frühen Herbst her zurückgeblieben ist. Im Sommer sind die Sättigungsprozente im allgemeinen am niedrigsten, was mit zwei

Tabelle 5*). Sauerstoffgehalt am Boden.

	20.11. 08	21.12. 08	20. 1. 09	7. 2. 09	20. 3. 09	14. 4. 09	29. 4. 09	24. 5. 09	1. 6. 09	15. 8. 09	12.10. 09	19.11. 09	23. 4. 10	17.12. 10	11. 1. 11	27. 2. 11	25. 3. 11	19. 4. 11	16. 5. 11	20. 6. 11	Datum für Station I
Stat. I	7,54	6,65	6,62	6,86	—	—	8,10	—	6,86	4,12	0,0	6,73	7,63	7,79	6,86	7,76	7,84	5,54	7,00	5,03	ccm O_2
	96	89	82	82	—	—	92	—	86	60	0	89	95	95	86	93	95	65	87	67	% der Sättigung
Stat. II	5,81	—	7,81	7,65	—	—	7,48	6,22	6,06	5,25	1,34	—	—	7,67	6,86	7,59	7,63	6,77	5,96	5,60	ccm O_2
	78	—	91	89	—	—	85	77	76	75	20	—	—	94	87	92	90	81	72	74	% der Sättigung
Stat. III	—	—	—	—	—	—	8,04	6,14	—	—	—	—	5,75	—	6,96	7,61	—	6,88	—	5,88	ccm O_2
	—	—	—	—	—	—	92	77	—	—	—	—	81	—	87	91	—	83	—	77	% der Sättigung
Stat. IV	4,48	6,11	—	6,55	7,60	—	5,72	6,02	5,55	2,97	3,09	3,60	5,50	6,70	6,97	7,62	6,78	6,57	4,51	4,93	ccm O_2
	62	82	—	79	87	—	68	78	73	41	46	53	67	83	89	92	83	80	55	67	% der Sättigung
Stat. V	7,03	—	7,31	8,21	8,27	—	—	5,60	5,18	5,96	0,98	—	—	7,34	6,89	7,67	7,33	6,68	4,16	5,66	ccm O_2
	92	—	88	94	91	—	—	73	68	94	15	—	—	90	85	93	88	80	50	75	% der Sättigung
Stat. VI	7,55	8,09	8,37	—	—	—	—	7,49	7,48	—	6,65	—	—	7,39	8,34	8,09	8,31	8,28	8,14	7,37	ccm O_2
	91	94	94	—	—	—	—	94	88	—	67	—	—	74	90	96	90	88	89	84	% der Sättigung
Stat. VII	7,00	6,40	7,86	8,01	8,54	—	6,20	5,99	6,23	4,53	4,07	—	7,36	5,15	7,00	7,86	7,33	—	5,47	6,41	ccm O_2
	92	85	94	94	94	—	81	81	85	68	63	—	94	71	84	95	88	—	72	89	% der Sättigung
Stat. XVI	—	7,71	—	—	—	—	—	—	—	6,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ccm O_2
	—	94	—	—	—	—	—	—	—	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	% der Sättigung

*) Die Angaben von Dr. Adolf Heinen über den Sauerstoffgehalt an VI und VII Dezember 1910, dieser Band pg. 143, stammen nicht von mir. Es muß ein Irrtum vorliegen, da derartige Zahlen unmöglich sind.

Tabelle 5 (Fortsetzung).

	20.11. 08	21.12. 08	20. 1. 09	7. 2. 09	20. 3 09	14. 4. 09	29. 4. 09	24. 5. 09	1. 6. 09	19. 8. 09	12.10. 09	19.11. 09	24. 4. 10	17.12. 10	11. 1. 11	27. 2. 11	25. 3. 11	19. 4. 11	16. 5. 11	19. 6. 11	Datum für Station I
Stat. VIII	7,46	6,53	7,65	4,98	8,35	6,23	—	6,20	6,82	3,48	3,00	5,62	6,94	7,43	7,56	8,06	7,79	—	6,58	5,62	ccm O_2
	94	84	91	63	93	72	—	78	30	50	46	78	85	91	90	94	91	—	78	74	% der Sättigung
Stat. IX	—	—	—	—	—	—	—	6,27	—	—	—	—	—	—	7,56	8,14	7,08	—	—	—	ccm O_2
	—	—	—	—	—	—	—	78	—	—	—	—	—	—	89	95	85	—	—	—	% der Sättigung
Stat. XVI	—	—	—	—	—	—	5,96	7,13	—	—	—	—	—	6,45	—	8,03	6,89	—	—	—	ccm O_2
	—	—	—	—	—	—	71	88	—	—	—	—	—	82	—	94	83	—	—	—	% der Sättigung
Stat. X	7,69	7,38	8,35	—	—	—	7,00	5,56	6,10	5,78	3,85	6,79	7,41	7,67	—	8,25	6,79	—	7,21	—	ccm O_2
	94	91	94	—	—	—	82	68	77	87	58	90	92	93	—	95	81	—	87	—	% der Sättigung
Stat. XI	6,87	7,69	—	7,31	8,95	—	—	7,93	—	—	—	6,37	6,25	7,93	6,78	7,75	7,37	—	5,77	6,42	ccm O_2
	87	96	—	84	94	—	—	95	—	—	—	84	73	94	85	93	84	—	69	88	% der Sättigung
40 m	—	—	—	7,19	—	—	—	—	—	—	—	—	6,76	—	—	—	—	—	—	—	ccm O_2
	—	—	—	84	—	—	—	—	—	—	—	—	79	—	—	—	—	—	—	—	% der Sättigung
35 m	—	—	—	8,83	—	—	—	—	—	—	—	—	7,44	—	—	—	—	—	8,19	—	ccm O_2
	—	—	—	93	—	—	—	—	—	—	—	—	85	—	—	—	—	—	95	—	% der Sättigung
30 m	—	—	—	9,34	—	—	—	—	—	—	—	—	8,42	—	—	—	—	—	8,74	—	ccm O_2
	—	—	—	96	—	—	—	—	—	—	—	—	97	—	—	—	—	—	100	—	% der Sättigung
Stat. XIII	5,17	3,62	—	5,52	—	—	—	5,36	—	3,57	—	—	5,34	5,05	5,01	4,34	5,95	5,05	4,61	4,32	ccm O_2
	64	45	—	67	—	—	—	61	—	42	—	—	63	65	65	54	72	61	55	51	% der Sättigung
60 m	—	4,45	—	—	—	—	—	—	—	5,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ccm O_2
	—	58	—	—	—	—	—	—	—	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	% der Sättigung

Stat. XIII	7. 2. 09	18. 8. 09	20. 12. 10	22. 6. 11
50 m	6,58	7,11	7,77	6,93
	80	81	94	79
45 m	—	7,66	—	—
	—	87	—	—
40 m	—	7,06	—	—
	—	95	—	—

Ursachen zusammenhängt, einmal ist die Erscheinung bedingt durch längeres Verweilen am Boden, dann aber durch die Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Sauerstoff und organischer Substanz mit der Temperatur. Durch die Temperatursteigerung wird nicht nur die chemische Oxydation beschleunigt, sondern auch die Tätigkeit der Spaltpilze und die Atmung der höher organisierten Wassertiere. Diese Reaktionsbeschleunigung kann so stark werden, daß der Sauerstoffgehalt in einer Zeit, die kürzer als 2 Monate sein muß, völlig verschwindet wie auf Station 1 im Oktober 1909. Dieser starke Sauerstoffverbrauch ist im Jahre 1909 auf den Stationen I, II und V zu konstatieren zwischen August und Oktober. Salzgehalt und Temperatur zeigen, daß sich das Bodenwasser entweder nur wenig mit darüber lagerndem Wasser gemischt haben kann oder kurz nach der Augustbeobachtung, so wie es ist, an Ort und Stelle gelangt ist.

	I			II			V		
	S	t	O_2%	S	t	O_2%	S	t	O_2%
August	22,3	11,2	60	23,2	9,6	75	26,0	13,6	94
Oktober	21,2	12,3	0	21,7	12,1	20	23,4	12,9	15

94 % der Sättigung an Sauerstoff an Station V ist für den August eine abnorm hohe Zahl, sie deutet an, daß das Wasser nicht denselben Ursprung haben kann wie das der anderen Stationen, wahrscheinlich ist es gerade aus dem kleinen Belt gekommen; wir müssen diese Verhältnisse noch bei der Besprechung des nächsten Schnittes berühren.

Dieser umfaßt die beiden nördlichsten Punkte des vorigen, läuft dann über VI südlich von Langeland nach VII im Fehmarnbelt, dann über XVI bei Gjedser und endet mit X in der Kadetrinne. Zur Darstellung der Salzgehaltsverhältnisse auf diesem Schnitte bin ich so verfahren, daß ich die Beobachtungen einfach bei den betreffenden Tiefen an den Stationen angeschrieben habe, denn das Zeichnen von Isohalinen ist in diesen Gebieten zu willkürlich bei Einzelbeobachtungen, denn eine geradlinige Interpolation zwischen zwei benachbarten Ebenen ist willkürlich, da sich der Salzgehalt nicht gleichmäßig mit der Tiefe ändert. Die Tiefenverhältnisse dieses Gebiets sind derart, daß die Wassermassen der Stationen VII, VI, IV, V bis zu einer Tiefe von 22 m ohne mechanische Hindernisse miteinander sich austauschen können. (Tabelle 6.) Die Kadetrinne ist durch einen Rücken, der sich bis zu 18 m erhebt, von den anderen

Tabelle 6. (Die eingeklammerten Zahlen bedeuten Meter.)

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	17,81	16,7	16,5	18,1	16,51	14,0
5	—	—	—	—	—	—
10	18,60	16,7	21,3	20,6	17,83	14,1
15	17,74	16,9	21,7	20,9	18,6	14,2
20	20,08	17,1	—	21,2	18,6 (19)	—
25	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—
B	20,6 (24)	19,8	22,1 (22)	21,8 (34)	—	14,2 (23)
	21. 11 08				25. 11. 08	22. 11. 08

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	16,0	16,2	13,4	10,5	8,7	8,6
5	—	—	—	—	—	—
10	16,5	16,5	18,4	—	9,4	11,3
15	16,8	16,8	18,7 (17)	—	13,2	15,7
20	—	17,1	—	18,5	—	16,5
25	—	—	—	—	—	—
30	—	18,8	—	—	—	—
B	19,6 (23)	21,2 (33)	—	18,6 (35)	18,3 (18)	17,8 (26)
	21. 3. 09					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	19,4	18,5	16,9	17,1	—	9,6
5	—	—	17,5	—	—	9,9
10	20,5	19,5	18,1	18,0	—	12,4
15	20,6	20,0	18,7 (16)	19,3	—	—
20	21,7	21,1	—	23,0	—	17,9
25	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	24,3	—	—
B	24,8 (23½)	24,8 (32)	—	—	—	18,0 (27)
	20. 12. 08					16. 12. 08

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	15,2	15,0	11,6	11,7	8,5	9,3
5	—	—	11,6	—	—	—
10	15,2	15,0	14,0	14,3	10,0	11,2
15	17,3	16,5	18,1	15,9	17,6	17,1
20	19,0 (22)	17,7	21,2	20,1	23,6 (21)	17,3
25	—	18,4	26,5 (24)	—	—	18,3 (26)
30	—	—	—	25,4	—	—
B	—	21,3 (32)	—	26,8 (34)	—	—
	15. 4. 09					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	18,0	19,3	17,8	16,9	10,3	16,1
5	19,5	—	18,8	—	—	—
10	20,3	19,3	19,9	19,2	14,2	16,8
15	20,7	20,3	21,4	19,7	17,1 (16)	17,0
20	21,3	20,7	22,5	20,2	—	17,1
25	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	22,8	—	—
B	24,1 (23½)	24,3 (33)	—	23,0 (35)	—	17,1 (24)
	21. 1. 09					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	15,3	15,4	14,1	15,8	10,8	10,1
5	—	—	—	—	—	—
10	15,8	15,4	16,6	16,0	15,1	13,2
15	16,1	15,5	18,0	17,8	17,4	15,1
20	—	15,4	20,6	24,4	23,1	17,5
25	—	21,0 (26)	22,9 (24)	—	—	—
30	—	—	—	27,6	—	—
B	18,8 (22)	23,4 (32)	—	27,8 (36)	—	20,3 (27)
	30. 4. 09					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	20,8	19,9	15,4	17,6	8,9	11,3
5	—	—	—	—	—	14,3
10	20,8	20,1	15,8	19,7	13,2	18,4
15	20,8	20,2	18,5	20,1	17,9	18,7
20	21,3	20,4	19,4	20,4	19,3	18,7
25	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	20,8	—	—
B	21,6 (22)	22,3 (33)	—	21,4 (37)	—	18,8 (29)
	18. 2. 09			7. 2. 09	9. 2. 09	9. 2. 09

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	16,9	16,1	15,7	15,9	11,8	11,1
5	—	—	15,7	—	—	—
10	17,9	16,4	19,8	17,4	12,7	12,6
15	18,0	18,8	20,2	19,7	13,3	12,9
20	21,9	21,4	22,5 (21)	22,7	18,8 (19)	15,3
25	—	22,8	—	25,3	—	17,0
30	—	24,7	—	27,5	—	20,9 (29)
B	24,0 (23)	25,5 (33)	—	30,8 (34)	—	—
	22. 5. 09					

Salz ‰. Salz ‰.

Tabelle 6 (Fortsetzung).

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	16,3	13,2	10,3	9,9	9,13	8,6
5	—	—	10,3	—	—	—
10	17,1	16,0	15,4	13,2	10,9	10,1
15	17,8	16,3	15,9	16,9	14,9	16,0
20	19,3	19,0	21,1	18,0	24,6	19,8
25	24,0 (24)	22,1	25,6 (23)	23,3	—	—
30	—	25,2	—	25,4	—	—
B	—	25,7 (33)	—	26,2 (32)	—	22,7 (26)
	2. 6. 09					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	22,3	20,9	17,2	17,5	10,2	12,5
5	—	—	17,2	—	—	14,0
10	23,8	21,0	18,5	19,0	10,5	16,4
15	24,3	21,1	19,8	19,5	11,7	17,6
20	26,0 (22½)	21,2	20,9	20,0	—	—
25	—	25,1	—	—	—	—
30	—	—	—	25,2	—	—
B	—	25,3 (32½)	20,9 (28)	25,4 (35)	—	18,2 (28)
	15. 8. 09				20. 8. 09	17. 8. 09

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	13,7	14,2	13,2	13,6	—	8,3
5	—	—	13,4	—	—	9,1
10	13,8	15,7	16,6	17,5	—	11,2
15	14,0	17,9	17,2	18,3	—	16,9
20	18,8	19,3	20,0 (19)	20,5	—	17,6
25	23,4 (24)	—	—	—	—	—
30	—	22,1	—	23,1	—	—
B	—	23,4 (33)	—	23,9 (36)	—	19,3 (28)
	13. 10. 09					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	—	18,0	17,5	16,9	—	11,0
5	—	—	—	—	—	—
10	—	18,0	17,5	17,9	—	11,2
15	—	20,7	17,9	18,4	—	12,6
20	—	22,3	18,3 (19)	18,9	—	16,0
25	—	—	—	—	—	—
30	—	23,2 (32)	—	21,3 (28)	—	16,8 (28)
B	—	—	—	—	—	—
		20. 11. 09				

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	13,2	15,0	11,9	11,9	13,3	8,8
5	—	—	12,5	12,1	—	—
10	14,3	14,7	13,6	14,9	16,5	9,0
15	16,0	16,4	16,4	16,5	18,2	12,4
20	17,2	17,2	20,1	16,6	20,0 (22)	13,7
25	17,8 (23)	—	25,1	17,1	—	14,0
30	—	—	—	26,9 (31)	—	—
B	—	18,1 (32)	—	—	—	—
	18. 12. 10				21. 12. 10	19. 12. 10

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	19,3	17,8	19,8	17,7	13,9	12,8
5	—	—	19,8	—	—	—
10	19,3	17,8	19,8	17,8	15,2	16,4
15	19,4	17,8	19,8	17,8	16,0	16,7
20	19,5	—	19,8	21,4	17,6	16,7
25	20,6 (22)	22,4	19,8	—	—	16,6
30	—	—	—	21,9	—	—
B	—	22,6 (33)	—	—	—	16,7 (28)
	12. 1. 11				15. 1. 11	13. 1. 11

Salz ‰.

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	22,3	20,6	19,3	22,3	16,8	16,0
5	—	—	—	—	—	—
10	22,4	20,8	20,6	22,3	17,0	16,0
15	22,5	21,2	24,0	22,3	17,5	16,4
20	—	21,5	24,7	22,4	18,3 (22)	16,4
25	22,9 (23½)	—	24,7 (23)	—	—	16,4 (24)
30	—	—	—	22,8 (31)	—	—
B	—	21,9 (34)	—	—	—	—
	28. 2. 11				3. 3. 11	1. 3. 11

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	16,5	13,5	15,3	10,5	8,33	8,2
5	—	—	—	—	—	—
10	16,6	15,8	15,4	10,5	8,53	8,2
15	19,1	18,9	20,6	14,4	8,53	14,2
20	—	20,2	20,7	18,1	19,87 (21)	19,3
25	21,0 (23)	—	—	—	—	19,4 (27)
30	—	22,1 (32)	—	20,1 (31)	—	—
B	—	—	—	—	—	—
	26. 3. 11					

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	16,0	16,0	14,6	13,2	10.9	9,8
5	—	—	14,6	—	—	—
10	16,2	16,6	15,8	15,0	14,7	12,8
15	16,4	16,6	16,4	15,7	15,2	15,1
20	20,2 (22)	16,9	—	16,0	15,4	15,7
25	—	18,2	16,9 (23)	—	—	16,0 (24)
30	—	20,0	—	16,0	—	—
B	—	20,7 (33)	—	16,2 (36)	—	—
	20. 4. 11				24. 4. 11	21. 4. 11

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	14,2	13,8	12.3	9,0	8,0	7,8
5	—	—	13,8	1	0	—
10	16,1	15,6	15,9	14,0	9,6	7,9
15	16,4	16,3	17,6	14,9	11,3	15,3
20	17,3	17,9	18,0 (22)	15,9	17,1 (21)	15,5
25	20,0 (23)	20,1	—	1	—	15,7
30	—	21,1 (32)	—	26,3	—	—
B	—	—	—	26,7 (36)	—	—
	17. 5. 11				25. 5. 11	

	V	IV	VI	VII	XVI	X
0	13,6	13,1	9,6	9,3	—	7,4
5	—	—	—	—	—	—
10	15,6	—	13,8	12,9	—	10,1
15	17,3	15,4	14,3	14,0	—	13,3
20	—	18,2	26,4	15,3	—	14,6
25	19,0 (21)	20,9	—	27,7	—	16,3 (27½)
30	—	24,9 (32)	—	28,7 (29)	—	—
B	—	—	—	—	—	—
	20. 6. 11					24. 6. 11

Salz ‰.

Stationen geschieden. Die normale Verteilung des Salzgehaltes in diesem Gebiet ist, daß die Konzentration von V nach X an der Oberfläche abnimmt, doch treten häufig Ausnahmen derart auf, daß an zwei benachbarten Stationen die östliche den höheren Salzgehalt hat, ja es kann sich ereignen, daß bei VII schwereres Wasser an der Oberfläche ist als an V. Leider werden die Bilder erheblich getrübt durch den Umstand, daß Station XVI häufig mehrere Tage früher oder meistens später beobachtet wurde als die anderen Stationen, ich habe die Daten in diesen Fällen darunter geschrieben. Gelegentlich findet sich eine ganz eigentümliche Verteilung des Salzgehaltes, so im November 1908. In diesem Monat haben wir sowohl an Station VI wie V salzigeres Wasser als an der dazwischen liegenden Station IV. Diese liegt auf der deutschen Seite des Alsenbeltes; wir können überzeugt sein, daß zu dieser Zeit auf der dänischen höherer Salzgehalt geherrscht haben wird. Es ist eine in den Belten oft bemerkte Erscheinung, daß der Strom nicht durch den ganzen Querschnitt derselbe ist, es können zwei verschiedene Ströme bestehen, einer auf jeder Seite, ja es kann vorkommen, daß ein Strom in der Mitte auf jeder Seite von einem anderen begrenzt wird.

Zwei voneinander sehr verschiedene Zustände finden sich am 14. April 1909 und 15. August 1909. An der Oberfläche herrscht ein starker Strom von VII und VI nach IV und V, dagegen überwiegt der Salzgehalt auf Station VI von 15 m und tiefer ganz bedeutend. Berechnet man aus den spezifischen Gewichten den Druck in den verschiedenen Ebenen, so erhalten wir, allerdings mittels der willkürlichen geradlinigen Interpolation für 22 m

V	IV	VI
22,2889	22,792	22,793 kg.

Das heißt bis zu dieser Tiefe herrscht auf Station V Überdruck gegen die beiden anderen und das scheint fast stets so zu sein (Ausnahme 30. April 1909). Dagegen ist von 22 m ab der Druck an Station VI höher als an IV, so daß eine Strömung von Ost nach West sich bilden kann. Anders ist es im August 1909. Zu diesem Zeitpunkt ist der Salzgehalt an Station V überwiegend, so daß das Tiefenwasser in IV von V her sich ersetzt und zwar ist das schwere Wasser gerade erst auf V eingetroffen, wie sein überaus hoher Sauerstoffgehalt beweist; nach IV scheint davon noch nichts gelangt zu sein, denn hier sind die Sauerstoffprozente noch niedrig. Wir haben also gesehen, daß sich das Wasser am Boden von IV sowohl von V wie von VI her erneuern kann, dabei wird es von VI nach IV selbst in dem Falle fließen, daß der Druck in einer Ebene geringer an VI ist als an IV, wenn nur das Wasser auf VI das höhere spezifische Gewicht hat als tiefer liegendes an Station IV, die Bewegung folgt dann einfach nach dem Gesetz der Schwere. Diese Verhältnisse sind z. B. an dem oben besprochenen Zeitpunkt (14. April 1909) gegeben. Der Druck beträgt an VI in 20 m 20,2407 kg, an IV in gleicher Tiefe 20,2526 kg, das spezifische Gewicht ist aber in dieser Ebene 16,94 resp. 14,17. Das Wasser von VI ist also gezwungen, sich unter das von IV unterzulagern.

Daß Station VII und X häufig an der Oberfläche höheren Salzgehalt haben als VI und XVI hat seine Ursache darin, daß der ausgehende Strom bald breiter, bald schmäler ist, daher berührt er die weiter von der Küste abliegenden Stationen X und VII mit größerer oder geringerer Intensität. Sehen wir uns den Salzgehalt in tieferen Schichten von XVI und X an, so sehen wir, daß keine Abhängigkeit voneinander zu konstatieren ist.

Wohl aber finden wir, daß der Bodensalzgehalt von X konform geht mit dem der 18 m-Ebene an XVI entsprechend der Schwelle, die sich zwischen beiden Stellen erhebt. Der Sauerstoffgehalt des Bodens zeigt zwei ausgesprochene Minima im ganzen Gebiet (Tabelle 5), das eine im April/Mai, das andere im Oktober. Das erste ist zweifellos auf ein Stagnieren des Wassers zurückzuführen, das zweite ist einmal bedingt durch die hohe Temperatur des Bodenwassers im Herbst, dann scheint es aber so, als ob das Wasser auch im Herbst längere Zeit am Boden verweilt als im Sommer. Durch das Zusammenwirken beider Ursachen ist das Herbstminimum tiefer als das im Frühjahr.

b) Die Mecklenburger Bucht.

Außer dem eben besprochenen Schnitt haben wir noch zwei andere Stationen in diesem Meeresteil, VIII und IX, die mit den eben erwähnten VII und X zusammen ungefähr der Konfiguration der deutschen Küste folgen. (Tabelle 7). VII, VIII und IX stehen in freier, ungehinderter Verbindung mit-

Tabelle 7.

	VII	VIII	IX	X	XVI
0	18,1	13,9	16,0	14,0	16,5
5	—	—	—	—	—
10	20,6	14,5	17,0	14,1	17,8
15	20,9	14,7	17,5	14,2	18,6
20	21,2	16,2	17,4 (18)	—	18,6 (19)
25	—	16,2 (22)	—	14,2 (23)	—
30	—	—	—	—	—
B	21,8 (34)	—	—	—	—
	21. 11. 08				25. 11. 08
0	17,1	17,2	12,2	9,6	—
5	—	—	—	9,9	—
10	18,0	17,6	14,6	12,4	—
15	19,3	18,9	16,3	—	—
20	23,0	21,8 (21)	22,3	17,9	—
25	—	—	—	18,0 (27)	—
30	24,3	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	19. 12. 08				
0	17,0	16,0	16,0	16,1	10,2
5	—	—	—	—	—
10	19,2	18,0	17,1	16,8	14,2
15	19,6	18,3	17,4	17,0	17,1 (16)
20	20,2	20,2 (21)	17,8 (21)	—	—
25	—	—	—	17,1 (24)	—
30	22,8	—	—	—	—
B	23,0 (35)	—	—	—	—
	21. 1. 09				
0	17,6	15,0	14,3	11,3	8,9
5	—	—	—	—	—
10	19,7	15,4	17,3	18,4	13,2
15	20,1	18,3	18,0	18,7	17,9
20	20,4	20,9 (22)	—	18,7	19,3
25	—	—	19,3 (23½)	—	—
30	20,8	—	—	18,8 (29)	—
B	21,4 (37)	—	—	—	—
	7. 2. 09				
0	10,51	11,2	9,5	8,6	8,7
5	—	—	—	—	—
10	—	—	13,4	11,3	9,4
15	—	—	15,8	15,7	13,2
20	18,5	—	16,1 (17)	16,5	18,3 (18)
25	—	18,7 (24)	—	16,8 (26)	—
30	—	—	—	—	—
B	18,6 (34)	—	—	—	—
	23. 3. 09				
0	11,7	13,1	10,1	9,3	8,5
5	—	—	—	—	—
10	14,3	13,2	13,5	11,2	10,0
15	15,9	14,8	15,4	17,1	17,6
20	20,0	—	18,0	17,3	23,6 (21)
25	—	20,3 (22)	—	18,3 (26)	—
30	25,4	—	—	—	—
B	26,8 (34)	—	—	—	—
	16. 4. 09				

Salz ‰.

	VII	VIII	IX	X	XVI
0	15,8	10,1	12,5	10,1	10,8
5	—	—	—	—	—
10	16,0	14,5	12,8	13,2	15,1
15	17,8	17,7	13,0	15,1	17,4
20	24,4	22,2 (21)	15,0	17,5	23,1
25	—	—	—	20,3 (27)	—
30	27,6	—	—	—	—
B	27,8 (34)	—	—	—	—
	1. 5. 09				
0	15,9	13,2	13,1	11,1	11,8
5	—	—	—	—	—
10	17,4	13,2	13,5	12,6	12,7
15	19,7	13,3	13,9	12,9	13,3
20	22,7	21,0	14,2 (18)	15,3	18,8
25	25,3	23,6 (23)	23,0 (21)	17,0	—
30	27,5	—	—	20,9 (29)	—
B	30,8 (34)	—	—	—	—
	21. 5. 09				
0	9,9	11,5	9,2	8,6	9,1
5	—	—	—	—	—
10	13,2	12,7	12,0	10,1	10,9
15	16,9	19,4	15,3	16,0	14,9
20	18,0	21,5	20,6 (19)	19,8	24,6
25	23,3	—	—	22,7 (26)	—
30	25,4	—	—	—	—
B	26,2 (32)	—	—	—	—
	2. 6. 09				
0	17,50	12,8	11,2	12,5	10,2
5	—	—	—	—	—
10	19,0	13,4	13,1	14,0	10,5
15	19,5	15,2	—	16,4	11,7
20	20,0	18,6	18,22	17,6	—
25	—	21,7 (23)	20,2 (22)	18,17 (28)	—
30	25,2	—	—	—	—
B	25,4 (35)	—	—	—	—
	15. 8. 09				20. 8. 09
0	13,6	10,8	—	8,3	—
5	—	—	—	9,1	—
10	17,5	12,2	—	11,2	—
15	18,3	16,4	—	16,9	—
20	20,5	18,7	—	17,6	—
25	—	19,8	—	19,3 (28)	—
30	23,1	—	—	—	—
B	23,9 (36)	—	—	—	—
	14. 10. 09				
0	16,9	15,3	14,2	11,0	—
5	—	—	—	—	—
10	17,9	15,4	14,2	11,2	—
15	18,4	15,8	15,4	12,6	—
20	18,9	18,4	15,8 (18)	16,0	—
25	21,3 (28)	18,6 (22)	—	16,8 (28)	—
30	—	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	21. 11. 09				

Salz ‰.

Tabelle 7 (Fortsetzung).

	VII	VIII	IX	X	XVI
0	11,9	14,4	9,6	8,8	13,3
5	12,1	—	9,6	—	—
10	14,9	14,4	14,0	9,0	16,5
15	16,5	14,8	15,6	12,5	18,2
20	16,6	16,3	16,5 (21)	13,7	20,1 (22)
25	17,1	16,7	—	14,0	—
30	26,9 (31)	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	18. 12. 10				21. 12. 10
0	17,7	16,4	15,2	12.8	13,4
5	—	—	—	—	—
10	17,8	16,4	15,8	16,4	15,2
15	17,8	17,5	16,5	16,7	16,0
20	21,4	17,9 (22)	17,4	16,7	17,6
25	—	—	—	16,6 (28)	—
30	21,9	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	12. 1. 11				15. 1. 11
0	22,3	16,1	16,9	16,0	16,8
5	—	—	—	—	—
10	22,3	16,2	16,9	16,0	17,1
15	22,3	17,6	18,5	16,4	17,5
20	22,4	18,7 (22)	18,5	16,4	18,3 (22)
25	—	—	—	16,4 (24)	—
30	22,8 (31)	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	28. 2. 11				3. 3. 11
0	10,5	15,6	9,0	8,2	8,3
5	—	—	0	—	—
10	10,5	15,6	9,0	8,2	8,5
15	14,4	16,2	9,3	14,2	8,5
20	18,1	16,4 (22)	19,3 (18)	19,3	19,9 (21)
25	—	—	—	19,4 (27)	—
30	20,1 (31)	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	26. 3. 11				

Salz ‰.

	VII	VIII	IX	X	XVI
0	13,2	12,0	13,3	9,8	10,9
5	—	—	—	—	—
10	15,0	12,3	14,8	12,8	14,7
15	15,7	15,2	15,7	15,1	15,2
20	16,0	17,9 (21)	15,8 (22)	15,7	15,4
25	—	—	—	16,0 (24)	—
30	16,0	—	—	—	—
B	16,2 (36)	—	—	—	—
	20. 4. 11				24. 4. 11
0	9,0	9,0	7,9	7,8	8,0
5	—	11,3	8,0	—	—
10	14,0	12,6	11,9	7,9	9,6
15	14,9	13,5	14,4	15,3	11,3
20	15,9	17,7	15,6	15,5	17,1 (21)
25	—	—	—	15,7	—
30	26,3	—	—	—	—
B	26,7 (36)	—	—	—	—
	17. 5. 11				25. 5. 11
0	9,3	10,5	8,5	7,4	—
5	—	—	—	—	—
10	12,9	11,0	10,8	10,1	—
15	14,0	14,2	12,9	13,3	—
20	15,3	18,9 (22)	16,6 (19)	14,6	—
25	27,7	—	—	16,35 (27½)	—
30	28,7 (29)	—	—	—	—
B	—	—	—	—	—
	21. 6. 11				

Salz ‰.

einander in Tiefen von etwas über 20 m, X ist durch die Schwelle von 18 m davon geschieden. Der natürliche Strömungsverlauf ist derartig, daß der Salzgehalt von VII nach VIII, IX und X fallen muß. Das einströmende Wasser wird im allgemeinen nach der deutschen Küste zugedrängt entsprechend dem Satze, daß auf der nördlichen Hemisphäre alle Strömungen durch die Erdrotation nach rechts abgelenkt werden. Je nach der Intensität des eingehenden Stromes wird nun VIII, das ziemlich tief im Winkel der Neustädter Bucht liegt, mehr oder weniger stark berührt, so daß häufig hier der Salzgehalt niedriger ist als an der viel weiter östlich gelegenen Station IX, die sich mehr im Stromzuge von West befindet. Ein Beispiel für diesen Zustand zeigt uns der November 1908. Einen Beweis für die Abdrängung des Stromes nach rechts finden wir in dem Vergleich der Stationen IX und XVI. Ich habe die letztere mit aufgeschrieben hinter Station X, obgleich sie nicht im Zuge der Stationen liegt. Die Lage ist direkt nördlich von IX. Das Bild wird dadurch wieder gestört, daß vielfach einige Tage zwischen den Beobachtungen an IX und X und XVI liegen. Gute Beispiele bieten Januar und Februar 1909. An der Oberfläche läuft der ausgehende Strom längs der dänischen Küste und berührt dabei XVI, so daß die für den Winter abnorm niedrigen Salzgehalte von 10,2 und 8,9 an der Oberfläche beobachtet sind, auf der südlichen Station IX sind die zugehörigen Zahlen 16,0 und 14,3. Noch in 10 m ist der Unterschied im Salzgehalt an beiden Stationen 3—4 ‰, von

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

15 m an aber sind die spezifischen Gewichte gleich, das ganze Gebiet ist mit gleichsalzigem Wasser über dem Boden gefüllt. Nachdem ich diese Zustände auf einigen Fahrten beobachtet hatte, wurde versucht, einen näheren Einblick in diese Salzgehaltsverteilung zu gewinnen, dadurch, daß Querschnitte in nord-südlicher Richtung mit häufigeren Stationen durch die Mecklenburger Bucht gelegt wurden. Zweimal wurden auch Querschnitte zwischen Fehmarn und Laaland genommen und einmal ein Schnitt zwischen Station X und Darsser Ort beobachtet. (Tabelle 8.)

Tabelle 8.

	VII a	VII	VII b	XVI	XVI c	XVI a	XVI b	XVI d	XVI e	XVI f	X	X a	X b
	54°34′ 10°57′	36′ 11°2′	41′ 11°5′	54°21′ 11°54′	54°28′ 11°55′	54°27′ 12°4′	54°25′ 12°4′	54°23′ 12°0′	54°20′ 12°6′	54°15′ 12°08′	54°27′ 12°11′	54°28′ 12°20′	54°28′ 12°25′
0	17,86	17,6	13,9	9,5	8,9	9,5	9,2	12,5	15,3	14,9	11,3	11,6	11,6
5	18,50	19,2	15,3	10,1	9,0	12,8 (7½)	9,4	15,3	15,5	15,2	14,3	13,3	14,9
10	20,12 (12)	19,7	19,0	10,5	13,2	—	10,5	17,2	17,2	16,0 (8½)	18,4	18,6	18,4 (9)
15	—	20,1	19,4	18,4	17,9 (21)	—	18,2 (14)	18,0 (16)	18,0 (16)	—	18,7	18,6	—
20	—	20,4	—	—	—	—	—	—	—	—	18,7	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	20,8	—	—	—	—	—	—	—	—	18,8	—	—
B	—	21,4 (37)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 m Strom aus			aus E	NzW		E	E						
	NW 24 cm/sec	0		32 cm/sec Eis	kein Eis	Eis	Eis	kein Eis	kein Eis				
	7. 2. 09												
Wind	NW	NW	NW		SW	WSW	SW	S	S	SSO			
m	5,6	6,3	6,3	0	4.2	2,0	5,1	5,6	6,7	6,6			
						9. 2. 09						9. 2. 09	

Richtungen mißweisend.

	VII a	VII	VII b	XVI	IX	XVI a	XVI b	XVI c	XVI d	XVI e	XVI f
	54°33′ 11°1′	54°36′ 11°2′	54°41′ 11°5′	54°29′ 11°49′	54°18′ 10°50′	54°29′ 11°59′	54°26′ 11°59′	54°24′ 11°59′	54°22′ 11°59′	54°18′ 12°2′	54°13′ 12°6′
0	14,1	10,5	9,2	8,7	9,5	8,7	8,8	9,4	8,8	8,8	8,8
5	14,3	11,2	9,1	8,7	11,1	8,7 (7)	8,8	9,6	—	8,8	12,4
10	17,5 (9)	14,3	10,3	9,4	13,4	—	9,4	10,2	8,8	11,7	14,0 (9)
15	—	18,0	13,3 (14)	13,2	15,8	—	9,6 (13)	11,2	13,9	15,7	—
20	—	18,5	—	18,3 (18)	16,1 (17)	—	—	15,7 (19)	15,8 (17)	16,5 (19)	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	18,6 (35)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B	—	18,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0 m Strom	—	OSO	OzS				SO	SWzS	OSO	OzS	E
		65 cm/sec	33 cm/sec			0	30 cm/sec	44 cm	13 cm	19 cm	32 cm
Wind	NOzO	NOzO	NOzO			SSO	S	SO	S		
		4,1 m	5,8 m			4,3	5,3 m	3,6 m	1,2 m	0 m	0
	23. 3. 09			25. 3. 09				26. 3. 09			

10—15 m Boden kein Strom, 18—30 m starker Strom aus WNW

in 12 m Strom aus SSO

in 18 m Strom aus WzN

in 16 m Strom aus NWzW

in 18 m kein Strom

Tabelle 8 (Fortsetzung).

	XVIa	XVIb	XVIc	XVId	XVIe	XVIf
	54° 32′ 11° 55′	54° 29′ 11° 55′	54° 28′ 11° 55′	54° 22′ 11° 59′	54° 19′ 12° 3′	54° 15′ 12° 8′
0	8,3	8,5	8,5	10,3	10,5	11,9
5	8,5 (6)	8,7	8,6	10,3	10,5	(12,27 1/2)
10	—	8,9	10,0	11,3	11,8	—
15	—	15,6 (14)	17,6	17,7	16,7	—
20	—	—	23,6 (21)	18,1 (17 1/2)	18,2 (18)	—
Strom aus		E	E	—	—	SO
		22 cm	38 cm			Schwach
Wind	W	WSW	SO	SO	S	S
m	3,5	2	3,2	4,2	4,7	4,2

17. 4. 09

	XVIb	XVIc	XVId	XVIe
	54° 31′ 11° 55′	54° 28′ 11° 55′	54° 22′ 11° 59′	54° 19′ 12° 3′
	8,7	10,8	14,0	12,8
	10,9	13,8	14,0	—
	—	15,1	14,0	13,8
	16,0 (12 1/2)	17,4	14,3	14,2
	—	23,1	15,9 (18)	16,8 (19)
	E	SO	WNW	—
	30 cm	22 cm	44 cm	
	—	WNW	WNW	—
		4,4	5,6	

2. 5. 09

	XVIb	XVId	XVIe
	54° 25′ 12° 4′	54° 23′ 12,0′	54° 20′ 12° 6′
0	10,3	11,5	12,0
5	—	—	12,1
10	12,2	11,7	13,0
15	14,0	13,1	13,1
20	—	14,6 (17)	13,7 (17 1/2)

20. 5. 09

	XVIc	XVIc
	54° 28′	11° 53′
	10,95	12,6
	12,0	—
	12,7	12,7
	13,8	12,9
	19,1 (19)	18,5 (19)
	helles Wasser	dunkles Wasser
	milchig trübe	milchig-grün
	vielleicht schwacher Strom aus	
	NNW	WNW Wind 22 cm
	WNW 3,1 m	NWzW 5,3 m

20. 5. 09

Die beiden Stationen liegen vielleicht 150 m auseinander. Zwischen beiden läuft eine scharfe Grenze im Wasser. Während des Liegens scheint die Grenze nach S fortzurücken. Sie läuft von NW nach SO, biegt östlich nach S, westlich nach W um. Beim Durchfahren der Grenze wurde je eine Probe im hellen und im dunkeln Wasser genommen.

Helles Wasser $t = 9{,}6^0$ C $S = 12{,}2$ ‰
Dunkles „ $t = 8{,}5^0$ C $S = 12{,}5$ ‰

	XVIa	XVI	XVIb	IX
	54° 30′ 11° 54′	54° 27′ 11° 53′	54° 22′ 11° 53′	54° 18′ 11° 53′
0	8,1	8,3	8,4	9,0
5	—	—	—	—
10	8,1	8,5	8,5	9,0
15	—	8,5	8,7	9,3
20	—	19,9 (21)	19,3 (19)	19,3 (18)
Strom aus	E	E	EzS	E
	18 cm	27 cm	18 cm	18 cm
Wind	E	E	E	E
	8,6 m	7,5 m	5,1 m	5,9 m
Wasser	trübe	trübe	klar	klar
Sichttiefe	2 1/2 m	4 1/2 m	7 m	7 1/2 m

27. 3. 11

Oberflächenbeobachtungen 27. 3. 11.

Br.	L.	t	S	Sichttiefe
54° 10′	11° 16′	2,7	15,6	trübe 3 1/2 m
	11° 23′	2,9	16,2	
54° 10′	11° 30′	2,9	15,6	
54° 13′	„	2,85	15,3	
54° 15′	„	2,85	15,2	
54° 17 1/2′	„	2,87	15,5	
54° 20′	„	2,82	14,9	
54° 22 1/2′	„	2,82	14,2	
54° 25′	„	2,80	13,2	
54° 27 1/2′	„	2,78	11,5	
54° 30′	„	2,70	8,8	
54° 31 1/2′	„	2,65	8,3	klar
54° 33′	„	2,45	8,0	trübe.

Im Februar 1909 zeigt sich uns folgendes: Im Fehmarnbelt ist auf der südlichen Seite hoher Salzgehalt, gleichzeitig ist Strom aus NW notiert, während wir bei Laaland einen Salzgehalt sahen, der um 4‰ niedriger war als bei Fehmarn, dazu ist Strom aus Osten beobachtet worden. Auch 2 Tage später, etwas weiter östlich, finden wir dieselben Verhältnisse. Der Salzgehalt steigt stark von N nach S an der Oberfläche, in der Tiefe ist er ziemlich konstant, an der dänischen Küste ist Strom aus Ost, im Süden ist auf einer Station starker Strom aus NzW beobachtet, allerdings mit verhältnismäßig niedrigem Salzgehalt,

so daß es scheint, als ob durch das einströmende Wasser ein Wirbel erzeugt wird, der leichtes Wasser auch weiter südlich ausbreitete. In der Kadetrinne bis zum Darsser Ort finden wir auch, daß an der deutschen Küste sich das Wasser mit höherem Salzgehalt befindet, denn obgleich die Beobachtungsreihe nach Osten fortschreitet, nimmt der Salzgehalt nicht ab.

Im März 1909 ist die Anordnung des Salzgehalts im Fehmarnbelt an der Oberfläche die typische, hoch im Süden, niedrig im Norden. Mit dem niedrigen Salzgehalt ist starker Strom aus östlicher Richtung verbunden. An der tiefsten Stelle ist in der Unterschicht auch der eingehende Strom festgestellt worden, der allerdings nicht sehr stark salzig war. Im Osten der Bucht finden wir der Jahreszeit entsprechend niedrigen Salzgehalt und beinahe auf dem ganzen Querschnitt gleich niedrigen mit östlichem Strom, nur Station XVI^{a} ist ohne Bewegung, wohl durch das vorgelagerte Gjedser Riff geschützt, und bei XVI^{c} schiebt sich mit stattlicher Geschwindigkeit ein westlicher Stromkeil ein. Die Einwirkung der südlichen Lage mit Neigung zum höheren Salzgehalt zeigt sich darin, daß auf den südlichen Stationen die Isohalinen in der Tiefe nach oben rücken. Auch im April desselben Jahres nimmt der Salzgehalt von Süd nach Nord ab, dabei haben die Stationen XVI^{bc} erheblichen Oststrom, während an den südlichen Punkten kein Strom war. An der tiefsten Stelle des Querschnittes tritt ein sehr großer Salzgehalt in dünner Schicht auf, den wir auch im nächsten Monat an derselben Stelle konstatieren können. In diesem Zeitpunkt Anfang Mai 1909 haben wir auch wieder tatsächlich verschieden gerichteten Strom auf dem Querschnitt im Norden aus O bis SO, im Süden aus WNW. Sehr interessant war die Reihe Ende Mai 1909, weil auf ihr die Erscheinung direkt mit dem Auge wahrgenommen wurde. Es lief eine scharfe Grenze zwischen den verschiedenen Stromgebieten. Im Norden war fast kein Strom, 150 m südlicher 22 cm in der Sekunde aus WNW. Schon in der Farbe waren die Wassermassen deutlich unterschieden. Da im Salzgehalt keine sehr große Differenz an der Oberfläche vorhanden war, so prägte sich der Unterschied der Herkunft hauptsächlich in der Temperatur aus. Sie wurde direkt vor und nach dem Durchfahren der Trennungslinie gemessen und betrug im hellen Wasser 9,6° C, im dunkeln nur 8,5° C. Die letzte eingehende Untersuchung fand im März 1911 statt, es fehlen uns also leider Beobachtungen aus dem Sommer und Herbst, doch hoffe ich solche bald nachholen zu können. Wie im März 1909 war im östlichen Schnitt der Salzgehalt ziemlich gleichmäßig niedrig mit Strom aus Osten auf allen Stationen, doch war auch diesmal die südlichste um ein geringes salziger als der Norden. Etwas weiter im Westen dagegen steigt der Salzgehalt gewaltig von Nord nach Süd. Auf 11° 30′ östlicher Länge wurde eine Serie Oberflächenbeobachtungen ausgeführt. Diese zeigen, daß sich die Wasser verschiedenen Ursprungs auch hier wieder scharf scheiden. Besonders groß ist der Sprung des Salzgehaltes zwischen 54° 30′ und 54° 27½′ nördlicher Breite, er beträgt 2,7 ‰.

c) Die mittlere und östliche Ostsee.

Sehen wir uns zum Schluß noch die Beobachtungen in der mittleren und östlichen Ostsee im Zeitraum 1908/09 und 1910/11 an und beginnen wir mit dem Sauerstoffgehalt. (Tabelle 9.) Haben wir bei Temperatur und Salzgehalt die Änderungen direkt miteinander verglichen, so wird diese Beobachtungsweise für den Sauerstoff unpraktisch und gibt uns teilweise kein richtiges Bild der Vorgänge. Nehmen wir an, eine Wassermasse sei in eine abgeschlossene Mulde gelangt mit 8 ccm Sauerstoffgehalt und stagniere dort. Durch biologische und chemische Vorgänge wird der Sauerstoff verbraucht und nach gleichen Zeiträumen findet man 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 ccm.

Es sieht zunächst aus als ob die Sauerstoffabnahme eine durchaus gleichmäßige wäre. Das ist aber nicht der Fall. Der Verbrauch eines Stoffes in einer chemischen Reaktion ist nicht der gleiche in bestimmten Zeiten, sondern richtet sich nach der vorhandenen Menge, er beträgt immer den gleichen Bruchteil des Vorhandenen. Damit also die Abnahmegeschwindigkeit gleichmäßig sein soll, müssen wir im einfachsten Falle nach gleichen Zeiträumen 8, 4, 2, 1 ccm Sauerstoff finden, nun ist die Abnahme gleichmäßig, obgleich das erstemal 4, dann 2, schließlich nur 1 ccm Sauerstoff verschwunden sind. Die Reihe sieht anders geformt so aus:

$$8 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^0 \quad 8 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 \quad 8 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad 8 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

Tabelle 9.

XIV	5. 2. 06	16. 3. 06	4. 5. 06	28. 5. 06	4. 8. 06	24.11. 08	13. 2. 09	1. 4. 09	19. 5. 09	19. 8. 09	25.11. 09	26. 4. 10	20.12. 10	14. 1. 11	29. 3. 11	23. 4. 11	24. 5. 11	23. 6. 11	O_{12}	14.12. 08	14. 2. 09	29. 3. 09	23. 5. 11
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,93	8,19	8,67	8,93	8,14	7,47	—	—	—	—	—
10	—	8,78	8,89	8,96	6,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,38	—	—	—
40	—	—	—	9,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	8,68	—	—	—	—	7,21	—	7,77	—	7,95	7,71	—	6,55	7,74	—	—	8,45	8,36	—	8,23	—	9,04	—
55	8,55	—	8,10	—	—	—	8,37	—	7,73	7,48	6,00	6,79	—	—	7,75	7,78	7,36	7,69	—	—	8,82	—	—
60	—	—	6,47	6,06	7,77	4,74	—	—	—	—	—	—	6,54	4,09	—	—	—	6,99	—	8,24	—	—	8,85
65	6,14	—	6,32	—	6,28	—	7,54	6,73	6,51	5,90	4,60	5,19	4,09	3,33	6,84	6,19	6,88	6,35	—	—	4,75	6,20	—
70	5,10	—	6,06	—	5,30	3,68	—	—	—	—	—	—	2,04	2,64	3,52	5,70	—	5,75	—	8,31	—	—	7,00
75	3,22	—	4,83	—	4,55	—	7,36	5,52	4,89	4,10	4,30	3,31	1,81	1,64	4,45	5,16	4,29	4,75	—	—	4,32	6,36	4,88
80	—	—	3,24	—	2,80	3,89	—	—	—	—	—	—	—	1,67	—	—	—	4,82	—	7,46	—	—	4,63
85	3,63	—	2,86	—	1,70	—	6,75	5,40	4,22	3,20	2,93	2,13	0,93	4,14	4,95	6,04	4,41	5,04	—	—	3,63	5,55	—
90	—	2,74	—	—	—	3,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,86	—	—	3,36
95	5,45	—	2,46	0,91	0,81	—	6,68*	5,99	4,03	2,31	2,10	1,18	0,36	4,83	6,16	5,89	4,19	3,39	—	—	4,24	5,42	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,44	—	—	4,40
105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,15	5,66	—
	D	S	D	S	D						cm O_2.												

*) Vielleicht falsch.

Ich habe eben gesagt im einfachsten Falle, d. h. wenn die chemische Reaktion so vor sich geht, daß nur ein Stoff in seiner Konzentration sich ändert und andere nicht vorhanden sind oder konstant bleiben. Das letztere kann man wohl für die Bodenschichten annehmen, wo die organischen Substanzen, die den Sauerstoff absorbieren, von unten her mehr als im Überschuß geliefert werden können, vorausgesetzt, daß es sich um stagnierende Mulden handelt. Für Mitteltiefen gilt es nicht; da werden Veränderungen in der Konzentration der oxydierbaren Massen eintreten, je nach den Jahreszeiten und Vegetationsperioden. Denn wenn wenig Plankton vorhanden ist, wird wenig davon sterben und verwesen, ist viel vorhanden, so wird sich die absolute Masse der absterbenden Organismen vermehren auch bei relativer Konstanz der Sterbeprozente, es kann auch sein, daß diese im Anfang der Vegetationsperiode zurückgehen und am Ende stark steigen, so daß dann ein besonders starker Sauerstoffverbrauch vorhanden ist. Der mathematische Ausdruck für eine chemische Reaktion der erwähnten Art, die man erster Ordnung nennt, ist

$$\frac{dx}{dt} = k \cdot x$$

$$\frac{dx}{x} = k \cdot dt$$

Integrieren wir, so haben wir

$$\int \frac{dx}{x} = k \cdot \int dt$$

Nehmen wir das Integral über die Zeit t_1 wo $x = x_1$ bis t_2 wo $x = x_2$ ist, so haben wir

$$k = \frac{1}{t} \cdot \log \text{ nat } \frac{x_1}{x_2}$$

Wollen wir die Gleichung auf unseren Fall anwenden, so genügt es, mit Brigg'schen Logarithmen zu rechnen, wir erhalten dann eine andere Konstante, die sich nur durch den Modul des Brigg'schen Logarithmensystems von der anderen unterscheidet:

$$k = \frac{1}{t} \, {}^{10}\log \frac{x_1}{x_2}$$

Stillschweigend haben wir dabei die Voraussetzung gemacht, daß die Temperatur konstant bleibt, wir können das z. B. für die Danziger Bucht und die Bornholmtiefe in erster Annäherung annehmen. Ich habe schon einmal versucht, diese Beobachtungsweise auf die Erscheinungen anzuwenden, doch standen mir damals nur wenige Beobachtungszahlen mit zu weit auseinanderliegenden Zeiten zur Verfügung. Für die Danziger Bucht liegen die Beobachtungen immer noch 1/4 Jahr auseinander, doch hat sich ihre Zahl erheblich vermehrt. Die Konstante zeigt beträchtlich höhere Werte als früher, sie steigt bis 0,0200, d. h. in einem Vierteljahr verschwindet fast die Hälfte des Sauerstoffgehaltes, ob nicht häufigere Untersuchungen noch

1. Datum	2. Datum	Zwischenzeit Wochen	x_0 O_2 ccm	x O_2 ccm	$\frac{1}{t} \cdot {}^{10}\log \frac{x_0}{x}$	Mittlere Temperatur
			Danziger Bucht.			
19. XI. 03	17. II. 04	12,7	2,83	1,60	0,0196	4,0
13. V. 04	18. VIII. 04	13,9	2,22	1,67	0,0089	4,1
6. XI. 04	5. II. 05	12,8	5,12	3,48	0,0132	4,8
5. V. 05	6. VIII. 05	13,3	4,30	2,33	0,0200	4,9
9. XI. 05	7. II. 06	12,7	4,01	3,37	0,0060	5,2
5. V. 06	8. VIII. 06	13,4	4,13	2,75	0,0132	4,6
6. XI. 06	8. II. 07	13,4	4,38	3,77	0,0049	5,1
29. IV. 07	25. VII. 07	12,3	3,54	2,60	0,0109	5,4
			Bornholmtiefe.			
16. V. 04	15. VIII. 04	13,0	4,31	2,72	0,0156	4,0
15. VIII. 04	5. XI. 04	11,7	2,72	2,08	0,0108	3,6
3. II. 05	4. V. 05	12,9	2,13	1,37	0,0148	4,8
4. V. 05	6. VIII. 05	13,3	1,37	0,73	0,0205	4,8
5. II. 06	4. V. 06	12,6	5,45	2,46	0,0275	5,1
4. V. 06	4. VIII. 06	13,1	2,46	0,81	0,0368	5,2
4. VIII. 06	4. XI. 06	13,1	0,81	0,59	0,0105	5,1
28. IV. 07	27. VII. 07	12,9	5,00	2,90	0,0184	4,6
13. II. 09	1. IV. 09	6,7	6,68	5,99	0,0071	3,6
1. IV. 09	19. V. 09	6,9	5,99	4,03	0,0250	3,8
19. V. 09	19. VIII. 09	13,1	4,03	2,31	0,0185	3,8
19. VIII. 09	25. XI. 09	14,0	2,31	2,10	0,0030	3,9
29. III. 11	23. IV. 11	3,6	6,16	5,89	0,0054	4,2
23. IV. 11	24. V. 11	4,4	5,89	4,19	0,0334	4,2
24. V. 11	26. VI. 11	4,7	4,19	3,39	0,0197	4,0

bedeutenderen Sauerstoffkonsum ergeben werden, darüber will ich keine Vermutungen aussprechen. Sauerstoffabnahme findet man nur zwischen November und Februar, sowie zwischen Mai und August in der Danziger Bucht, dabei ist im Durchschnitt die Konstante höher im Sommer als im Winter, woraus der Schluß zu ziehen ist, daß die Stagnation zwischen November und Februar nicht so weit geht, wie in der Sommerzeit. Die gleichen Hauptzuflußzeiten für neues Wasser hatte uns der Salzgehalt der 85 m-Ebene gezeigt, während aus dem Bodensalzgehalt keine Schlüsse zu ziehen waren. Die Bodentemperaturen hatten uns ein Minimum im August, ein Maximum im Februar ergeben; aus den Sauerstoffzahlen müssen wir schließen, daß das kalte Wasser kurz nach Mai in die Tiefe gelangt ist, denn im August hat es schon eine Weile stagniert. Das warme Wasser muß zwischen November und Februar einströmen, und zwar näher zum Februar, weil die Konstante trotz der Beschleunigung, die wir infolge der höheren Temperatur erwarten müssen, niedriger ist als im Sommer, d. h. wir haben bei der Berechnung eine zu große Zeit im Nenner benutzt.

Für die Bornholmtiefe liegen uns noch mehr Beobachtungen vor, die z. T. in den letzten Jahren mit kürzeren Zwischenräumen angestellt wurden. Da sehen wir zunächst, daß die Reaktionsgeschwindigkeit sehr erheblich sein kann. Gegen die großen Konstanten im Sommer 1906 ließen sich vielleicht Einwendungen erheben, denn zwischen den deutschen Beobachtungen liegen schwedische, die nicht mit den

von mir angestellten zusammenpassen wollen. Einmal die vom 16. März 1906 mit 2,74 ccm O_2. Dieser Befund muß aber einem ganz anderen Wasser zugeschrieben werden, denn der Salzgehalt beträgt hier nur 14,6 ‰, während die vorhergehenden und nachfolgenden Messungen erheblich höheren Salzgehalt ergaben, dann die vom 28. Mai 1906, die einen Sauerstoffverbrauch von fast $^2/_3$ in $3^1/_2$ Wochen ergeben würde. Hierbei ist nun zu bedenken, daß die schwedischen Beobachtungen des Gasgehaltes nach einer anderen Methode erfolgt sind als die deutschen. In Schweden wurde gasometrisch gearbeitet, während ich die Winklersche Titration, ein jodometrisches Verfahren, benutzte. Nun findet man leicht beim Absorbieren der Gase etwas zu wenig Sauerstoff, so daß die Zahlen nicht miteinander vergleichbar sind. Im Frühjahr 1911 finden wir zwischen dem 23. April und dem 24. Mai die Konstante 0,0338. Die Temperatur betrug durchschnittlich 4,2°, in der kurzen Zeit von $4^1/_2$ Wochen ist ein Drittel des Sauerstoffgehalts verzehrt worden. Salzgehalt und Temperatur zeigen für diese Zeit keine wesentlichen Änderungen an, nur eine geringe Mischung mit darüberliegendem Wasser, dessen Sauerstoffverhältnisse ähnliche waren, ist zu erkennen.

Falls die Reaktionskonstante tatsächlich so hoch ist, so kann in allen Fällen, die zur Beobachtung standen, keine völlige Stagnation geherrscht haben. Wir wollen daraufhin einmal das Zahlenmaterial betrachten. In diesem Material sind sowieso schon alle Fälle ausgeschieden, wo der Zuwachs des Sauerstoffgehaltes die Zufuhr neuen Wassers anzeigte.

16. V.—15. VIII. 04. Gleichbleibender Salzgehalt. Temperaturfall von 1° zeigt neues Wasser an.

15. VIII.—5. XI. 04. Temperatur steigt, Salzgehalt fällt. Erwärmung mit neuem Wasser ist normal für Herbst, Maximum fällt in die Mittelschichten.

3. II.—4. V. 05. Die geringe Abkühlung beweist, daß die Zufuhr frischen Wassers nicht groß gewesen sein kann, Konstante ziemlich hoch. Das Wasser auf XI hatte nur 14,51 ‰ Salz, konnte also nicht bis zum Boden von S_4 vordringen.

4. V.—6. VIII. 05. Sauerstoffgehalt absolut niedrig, daher Konstante eventl. mit erheblichem Fehler behaftet, wahrscheinlich Stagnation.

1906. Den ganzen Sommer wahrscheinlich keine Wassererneuerung. Hohe Konstanten, Salzgehalt und Temperatur die ganze Zeit über gleichmäßig.

28. V.—27. VII. 07. Ziemlich hohe Konstante, trotzdem ist, nach den Temperaturverhältnissen zu schließen, anderes Wasser in das Becken eingeströmt.

13. II.—1. IV. 09. Aus niedriger Konstante und Temperaturerhöhung ist auf Wassererneuerung zu schließen, die für diese Jahreszeit gewöhnlich eintritt. Ansteigen des Salzgehaltes in den Mittelschichten.

1. IV.—19. V. 09. Temperatur und Salzgehalt ändern sich nicht, hohe Reaktionsgeschwindigkeit, weitgehende Stagnation.

19. V.—19. VIII. 09. Temperatur und Salz immer noch unverändert, Konstante zwar noch hoch, läßt aber auf neues Wasser schließen. Das Wasser, das im Sommer und Herbst von Station XI nach S_4 fließt, kommt wegen der höheren Temperatur mit weniger Sauerstoff beladen nach der neuen Station, da schon der Gehalt auf XI im August ein Minimum zeigt.

19. VIII.—25. XI. 09. Temperatur und Salzgehalt zeigen wie die niedrige Konstante Wassererneuerung.

29. III.—23. IV. 11. Temperatur und Salzgehaltserhöhung. Niedrige Konstante, also neues Wasser.

23. IV.—24. V. 11. Stagnation.

24. V.—26. VI. 11. Temperatur und Salzgehalt ungeändert. Konstante ziemlich hoch. Weitgehende oder völlige Stagnation.

Für die Betrachtung der Bodenschichten hat uns die Reaktionskonstante gute Dienste geleistet, für die Behandlung der mittleren und Deckschichten können wir sie nicht mehr benutzen. Für die Oberfläche finden wir im allgemeinen Untersättigung im Winter, Übersättigung im Sommer, eigentümlich ist der geringe Sauerstoffkonsum an der unteren Grenze der Deckschicht. So haben wir am 19. August 1909 in der Bornholmtiefe in 50 m 7,95 ccm O_2 beobachtet. Salzgehalt 7,4 ‰, Temperatur 3,3°. Der Temperatur nach zu schließen ist das Wasser seit April nicht an der Oberfläche gewesen, der Wärmegehalt seit der Zeit, wo es die Temperatur des Dichtigkeitsmaximum im Frühjahr hatte, ist nicht wesentlich geändert worden. Wasser von dieser Temperatur und Salzgehalt ist mit Sauerstoff an der Oberfläche gesättigt, wenn es 9,0 ccm enthält. In diesen 4 Monaten hat es also nur 1,05 ccm oder 11,7 % verloren. Dabei ist es nicht wahr-

scheinlich, daß in dieser Tiefe viel Sauerstoff produziert worden ist, denn das Phytoplankton ist nach Apstein hauptsächlich in den obersten 10 m konzentriert.

Gehen wir von der Deckschicht zur Betrachtung der Mittelschichten über, so fällt uns beim Übergang die plötzliche Abnahme des Sauerstoffgehaltes auf. Da mit zunehmender Tiefe der Salzgehalt steigt, also schon rein physikalisch eine Abnahme des Sauerstoffes eintreten muß, so legen wir unserer Betrachtung lieber die Sättigungsprozente zugrunde. Es fällt uns sofort die starke Abnahme beim Eintritt in die Mittelschichten auf. Nun wissen wir, daß die obersten Mittelschichten nicht stagnieren, sondern dauernd neues Wasser von XI erhalten können, sowie es ohne Hinderung nach Osten weiterfließen lassen. Das Wasser stammt von XI aus 30—35 m und ist dort ständig gut ventiliert, so daß die plötzliche Abnahme der Sättigungsprozente ziemlich merkwürdig ist. Ich habe in der Tabelle 10 Zunahme des spezifischen Gewichts

Tabelle 10.

S_4 4. 5. 06				S_4 4. 8. 06				S_4 5. 2. 06		
m	$\frac{d\sigma_t}{dm}$	m	$\frac{dO_2\%}{dm}$	m	$\frac{d\sigma_t}{dm}$	m	$\frac{dO_2\%}{dm}$	m	$\frac{d\sigma_t}{dm}$	$\frac{dO_2\%}{dm}$
50—55	0,13	5—55	0,25	0—60	0,04	0—60	0,26	—	—	—
55—60	0,52	55—60	2,9	—	—	—	—	—	—	—
60—65	0,17	60—65	0,4	60—65	0,45	60—65	3,1	55—65	0,45	2,5
65—70	0,14	65—70	0,3	65—70	0,26	—	2,2	65—70	0,36	2,4
70—75	0,10	70—75	2,8	70—75	0,22	—	1,7	70—75	0,17	4,8
75—80	0,06	75—80	3,9	75—80	0,07	—	4,0	75—85	0,09	—0,5
80—85	0,10	80—85	0,9	80—85	0,10	—	2,7	85—90	0,06	—2,6
85—B	0,01	85—B	0,6	85—B	0,15	—	1,2	—	—	—

Brennecke 2				Brennecke 7			Brennecke 11			Brennecke 24			Brennecke 54		
m	t	σ_t	$O_2\%$	t	σ_t	$O_2\%$	t	σ_t	$O_2\%$	t	σ_t	$O_2\%$	t	σ_t	$O_2\%$
0	13,4	27,0	98	19,7	26,1	100	27,9	22,3	100	26,0	24,0	96	20,1	25,1	93
50	—	—	—	—	—	—	15,9	26,2	22	25,8	24,0	96	20,5	25,1	93
100	13,0	27,0	97	—	—	—	14,3	26,5	31	15,2	26,1	41	19,7	25,3	87
200	11,8	27,1	87	17,2	26,6	82	12,8	26,6	37	10,2	26,9	28	16,5	26,1	—
400	11,0	27,2	84	13,1	26,9	48	8,5	27,1	21	8,1	27,1	16	14,0	26,5	81
600	10,6	27,3	76	10,8	27,2	49	6,4	27,3	28	—	—	—	—	—	—
800	10,7	27,5	68	8,4	27,4	—	5,3	27,4	—	4,5	27,4	44	9,4	27,0	70
1000	—	—	—	7,2	27,5	52	—	—	—	4,1	27,5	49	5,4	27,2	69

mit der Tiefe und die Abnahme der Sättigung an Sauerstoff nebeneinandergestellt für 3 Serien an Station S_4, da sehen wir, daß der großen Zunahme der Dichte, die erste große Abnahme des Sauerstoffgehaltes entspricht. Vielleicht können wir dies so erklären, daß die Planktonorganismen, die im spezifischen Gewicht dem umgebenden Medium ziemlich angepaßt, aber doch etwas schwerer als dieses sind, nach dem Absterben rasch die Schicht der gleichen Dichte durchfallen, und dann im Absinken erheblich aufgehalten werden, wenn sie in ein Gebiet höherer Dichte gelangen. Die Erscheinung, daß die Sättigungsprozente an Sauerstoff stark abnehmen, bei starkem Steigen der Dichte findet sich nicht nur in der Ostsee, auch im Ozean ist diese Beobachtung zu machen. Ich habe die Zahlen für Temperatur, Dichte und Sauerstoffsättigung aus dem Planetwerk von Brennecke zusammengestellt, die letzteren nach seinen Zahlen berechnet. Der starke Abfall der Sauerstoffprozente bei zunehmender Dichte ist besonders auf Station 11 und 24 zu erkennen.

Im übrigen enthüllen uns gerade die Sauerstoffzahlen sehr komplizierte Strömungsverhältnisse, manchmal aber sehen die Sauerstoffverhältnisse ganz normal aus, während die Temperaturen (Tabelle 11 und 12) und Salzgehalte uns auf abnorme Vorgänge aufmerksam machen. Gelegentlich haben wir in den Mittel- und Bodenschichten gleichmäßig nach unten abnehmende Durchlüftung bei mäßigem Gehalt an Sauerstoff, wie im November 1908, dann aber haben wir dieselbe Erscheinung bei abnorm hohem Sauerstoffgehalt, wie es uns schon die nächste Serie im Februar 1909 zeigt, das erstemal schließen wir auf gleichmäßige Zufuhr mäßiger Mengen neuen Wassers, das zweitemal muß die Zufuhr recht erheblich

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY

Tabelle 11.

Tiefe für X u. XI	X	XI	XIV	X	XI	XIV	X	XI	XIV	Tiefe für XIV
	—	—	7,4	—	—	7,6	—	—	7,2	0
0	14,0	7,7	7,4	11,3	8,1	7,7	8,6	7,9	7,8	40
	—	—	—	14,3	—	7,9	—	—	—	
10	14,1	7,8	8,0	18,4	—	11,1	11,3	8,0	10,4	50
	14,2	—	—	18,7	—	11,0	15,7	8,0	—	
20	—	8,2	12,9	18,7	8,1	—	16,5	8,0	—	60
	14,2	—	—	—	—	14,5	17,8	—	14,2	
30	—	13,1	15,4	18,8	8,3	—	—	8,0	—	70
	—	15,7	—	—	10,7	15,8	—	—	16,0	
40	—	—	15,9	—	19,9	—	—	10,88	—	80
	—	17,3	—	—	20,1	17,9	—	—	16,3	
	—	—	16,8	—	—	—	—	—	—	90
	—	—	—	—	—	—	—	—	17,5	
		XI. 08			II. 09			III. 09		
	—	—	7,3	—	—	7,3	—	—	7,4	0
0	11,1	7,7	7,5	12,5	7,7	7,4	11,0	8,3	7,4	40
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	12,6	—	7,7	14,0	—	7,9	11,2	—	7,4	50
	12,9	—	10,9	16,1	—	9,3	12,6	—	9,8	
20	15,3	7,7	—	17,8	7,7	—	16,0	—	11,7	60
	17,0	7,8	14,5	—	8,3	13,6	—	—	12,8	
30	20,9	8,2	—	18,2	10,3	—	16,8	—	13,6	70
	—	9,3	16,0	—	12,7	15,9	—	—	14,5	
40	—	12,9	—	—	15,8	—	—	—	—	80
	—	—	17,5	—	16,2	17,0	—	14,2	16,1	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
	—	—	17,6	—	—	17,4	—	—	16,7	
		V. 09			VIII. 09			XI. 09		
	—	—	7,2	—	—	6,9	—	—	6,9	0
0	13,3	7,5	7,4	8,8	7,7	7,2	12,8	8,1	7,0	40
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	15,4	7,6	7,9	9,0	7,7	7,8	16,4	8,1	7,4	50
	16,0	—	9,4	12,4	—	9,7	16,7	—	9,7	
20	16,2	7,7	12,6	13,7	7,7	11,5	16,7	8,1	11,8	60
	—	—	14,0	14,0	—	13,9	16,6	—	13,8	
30	16,5	7,9	14,8	—	8,1	14,3	—	8,5	14,2	70
	—	11,4	15,2	—	8,2	14,7	—	8,6	14,6	
40	—	14,2	—	—	8,2	—	—	14,5	15,0	80
	—	15,1	15,9	—	—	15,3	—	19,1	15,6	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
	—	—	16,2	—	—	15,5	—	—	15,8	
		IV. 10			XII. 10			I. 11		
	—	—	7,3	—	—	7,3	—	—	7,2	0
0	8,2	7,5	7,4	9,8	7,7	7,4	7,8	7,3	7,5	40
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	8,2	7,5	10,8	12,8	7,7	10,1	7,9	7,3	7,8	50
	14,2	—	11,7	15,1	—	11,5	15,3	—	10,7	
20	19,3	7,6	—	15,7	7,9	—	15,5	7,3	12,2	60
	—	—	13,6	16,0	—	14,1	15,7	—	13,0	
30	19,4	7,6	14,1	—	10,8	14,6	—	7,4	14,2	70
	—	7,6	14,9	—	—	15,3	—	8,2	14,9	
40	—	9,0	—	—	17,1	—	—	—	—	80
	—	14,0	15,8	—	—	16,0	—	16,5	15,5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
	—	—	15,9	—	—	16,3	—	—	15,9	
		III. 11			IV. 11			V. 11		

Salz ‰.

Tabelle 11 (Fortsetzung).

	X	XI	XIV	
	—	—	7,2	0
0	7,4	7,2	7,4	40
	—	—	—	
10	10,10	7,2	7,7	50
	13,3	—	8,9	
20	14,6	7,2	11,2	60
	—	—	13,0	
30	16,4	7,4	13,9	70
	—	10,6	14,8	
40	—	11,9	15,3	80
	—	—	15,6	
	—	—	16,0	90
		VI. 11		

Salz ‰.

Tabelle 12.

Tiefe für XI	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	Tiefe für XIV
	22. 11. 08												
	—	—	—	1,4	—	—	—	—	—	14,4	—	—	0
0	6,2	6,9	0,4	1,8	0,1	1,0	4,8	3,7	12,3	5,6	7,0	6,7	40
	—	—	—	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	6,2	6,4	—	5,7	0,1	2,6	4,8	1,0	11,6	3,3	—	6,7	50
	—	—	—	1,8	—	—	—	1,2	—	3,6	—	6,7	
20	6,2	8,1	0,4	—	0,0	—	4,8	—	11,0	—	—	7,5	60
	—	—	—	3,0	—	3,6	4,8	3,3	7,9	3,0	—	8,1	
30	6,0	5,6	0,0	—	0,0	—	3,5	—	10,1	—	—	7,6	70
	6,2	—	0,6	2,9	—	4,1	4,4	3,9	10,9	3,8	—	5,6	
40	—	3,5	2,1	—	—	—	—	—	10,1	—	—	—	80
	6,2	—	1,9	3,3	0,1	3,9	5,1	3,8	9,6	3,9	8,4	4,1	
	—	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
	—		—	—	—	3,8	—	3,7	—	3,8	—	4,0	
	XI. 08		II. 09		III. 09 (1. IV.)		V. 09		VIII. 09		XI. 09		

	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	XI	XIV	
	—	4,2	—	6,1	—	4,4	—	2,8	—	4,1	—	8,2	—	12,2	0
0	4,9	3,6	5,6	6,8	3,5	4,7	2,5	2,6	4,8	3,1	8,7	3,4	13,1	4,0	40
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	4,8	3,4	5,5	6,9	3,5	5,3	2,6	2,7	4,8	3,5	8,1	3,4	13,1	4,0	50
	—	3,8	—	7,0	—	7,4	—	2,6	—	2,8	—	3,4	—	3,7	
20	4,7	4,8	5,5	8,0	3,4	7,6	2,6	—	4,5	—	6,6	4,0	8,4	4,0	60
	—	4,8	—	7,4	—	8,3	—	3,5	—	4,0	—	3,5	—	4,0	
30	4,2	4,8	5,5	5,7	3,4	7,4	2,6	6,0	3,7	4,1	4,6	3,8	6,8	3,9	70
	3,4	4,8	5,6	5,8	3,5	6,5	2,6	4,9	—	4,2	5,0	4,7	10,3	4,4	
40	3,5	4,8	—	—	4,5	5,8	2,7	—	—	—	—	—	—	4,3	80
	3,6	4,4	5,6	4,9	4,9	5,4	2,7	4,4	4,2	3,6	3,9	4,3	10,9	4,1	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
	—	4,3	—	4,9	—	5,3	—	4,0	—	4,4	—	4,0	—	3,9	
	IV. 10		XII. 10		I. 11		III. 11		IV. 11		V. 11		VI. 11		

Temperatur.

gewesen und kann erst vor ganz kurzer Zeit eingetreten sein. Der hohe Salzgehalt in 85 m zeigt, daß es sich um ein schweres Wasser gehandelt hat, leider ist die Beobachtung des Bodensalzgehaltes verunglückt. Die auf der gleichen Fahrt angestellte Bodenbeobachtung auf Station XI zeigte dort mehr als 20‰ Salz mit 7,31 ccm Sauerstoff = 84% der Sättigung. Das Wasser ist vermutlich durch den Sund in die Ostsee

gekommen, denn im Januar 1909 gab es 13 Tage, an denen der Salzgehalt bei Drogden über 20‰ war. Während nun die Sauerstoffverteilung im Februar 1909 nichts Abnormes zeigt, finden wir bei Temperatur und Salz eine ganz merkwürdige Erscheinung, die im Gebiet der Ostsee zu den größten Seltenheiten gehört. Auf S_4 lagert sich in 50 m salzigeres Wasser über süßeres bei 55 m und wird nur durch die erhöhte Temperatur in dieser Lage gehalten. Die entsprechenden Zahlen sind

50 m	11,08‰	5,7° C	$\sigma_t = 8{,}78$
55 m	10,97‰	1,8° C	$\sigma_t = 8{,}82$.

Diese Erscheinung läßt sich zufällig weiter durch die Ostsee verfolgen, denn wir finden in der Danziger Bucht am 29. März 1909

75 m	11,89‰	4,60° C	$\sigma_t = 9{,}49$
85 m	11,62‰	3,60° C	$\sigma_t = 9{,}15$,

also dieselbe Inversion der Salzgehalte wie vor ½ Monat im Bornholmtief. Nur ist die Anordnung nicht im Gleichgewicht in der Danziger Bucht. Die Salzgehaltszahlen sind richtig, denn die Aräometerbestimmung an Bord hatte die gleiche Inversion ergeben.

Am 1. April 1909 zeigt sich, daß das Wasser in allen Mittelschichten stagniert hatte bei gegenseitiger Mischung, am geringsten war die Sauerstoffabnahme am Boden, so daß wir annehmen müssen, daß hier am meisten neues Wasser eingeströmt ist. Während des ganzen Sommers hält die Abnahme des Sauerstoffes in allen Schichten an. Man darf aber daraus nicht auf eine dauernde Stagnation schließen. Schon die hohe Temperatur in 65 und 55 m im November zeigt an, daß hier eine Einströmung vorliegt. Gehen wir von den absoluten Zahlenwerten zu den Sättigungsprozenten, so finden wir

	55 m	65 m
August	85%	68%
November	74%	60%

immerhin liegt auch in den Sättigungsprozenten noch eine Abnahme vor. Da aber in 55 m die Temperatur von 3,3 auf 6,7, in 65 m von 3,0 auf 8,1° gestiegen ist, so wird dadurch die Reaktionsgeschwindigkeit derart gesteigert, daß aus den geringen Abnahmen der Sättigungskoeffizienten geschlossen werden muß, daß das Wasser nicht so lange an Ort und Stelle sich aufgehalten hat wie im August. Teilweise hat die Abnahme des Sauerstoffs in den Mittelschichten dieselbe Größe erreicht wie gelegentlich am Boden. Berechnen wir für die 75 m und 85 m-Ebene die Reaktionskonstante in der gleichen Weise wie für das Bodenwasser, so erhalten wir

	13. II.—1. IV.	1. IV.—19. V.	19. V.—19. VIII.
75 m	0,0187	0,0076	0,0058
85 m	0,0144	0,0155	0,0092

An weiteren Besonderheiten dieser Beobachtungsperiode ist noch die niedrige Temperatur von 1,0 und 1,2° in 50 und 55 m im Mai zu erwähnen. Diese Abkühlung ist nicht etwa ein Rest der winterlichen Kälte an Ort und Stelle, denn beide Schichten haben nicht zur Deckschicht gehört, wie der Salzgehalt mit 7,7 und 10,9‰ erweist, sondern hat eine seitliche Zuführung kalten Wassers zur Ursache. Ende März hat das Wasser an Station XI in seiner Gesamtheit eine Temperatur von nur 0—0,1° C gehabt. Auch der durchschnittlich hohe Bodensalzgehalt ist auffällig, findet aber seine Erklärung teils in dem einmal im Winter nach der Tiefe gelangten Salzgehalt, der dann sich ziemlich unverdünnt erhält infolge der Stagnation, dann aber, daß im Jahre 1909 die Tage mit hohem Salzgehalt bei Drogden besonders häufig waren, sogar im Juli noch an 7 Tagen über 18‰, während in den Jahren 1903—1911, abgesehen von 1905, wo 2 Tage im Juli über 18‰ hatten, kein so hoher Salzgehalt bei Drogden in diesem Monat notiert ist.

In den Beobachtungen folgt nun leider eine Pause von mehr als einem Jahr, die nur von einer Fahrt im April 1910 unterbrochen ist. In diesem Jahre scheint das Wasser ziemlich stagniert zu haben, wenigstens ist der Sauerstoffgehalt im Frühjahr von 75 m bis zum Boden niedriger als zu irgendeiner Zeit der Periode 1908/09, auch in den Schichten von 75—55 m ist weniger Sauerstoff vorhanden als in der gleichen Zeit 1909. Die Salzgehaltsverteilung ist normal, während die Temperaturen erstaunlich hoch sind. Während wir an der Grenzfläche zwischen der Homohalinen und der Unterschicht eigentlich die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums mit ca. 2½° C erwarten müßten, finden wir 3,5°. Es folgt dann

wieder eine zeitlich zusammenhängende Beobachtungsreihe vom Dezember 1910 bis Juni 1911. Der Dezember 1910 stellt einen Zustand dar, wie er verhältnismäßig selten zu beobachten ist, von 65 m an bis zum Boden sind in der ganzen Zeit von 1902—1911 in den entsprechenden Ebenen nie so niedrige Sauerstoffzahlen gefunden worden. Am Boden ist fast völliger Verbrauch dieses zum Leben so wichtigen Gases eingetreten. Der Salzgehalt am Boden ist niedrig, 1‰ unter dem Durchschnitt, an der Oberfläche ist der Salzgehalt unter 7‰ gesunken. Selbst in 30 m ist er nur 7,03. 3½ Wochen später sehen wir eine kräftige Einströmung salzigen Wassers einsetzen, zunächst am Boden, wo der Sauerstoffgehalt in die Höhe schnellt bei mäßigem Steigen des Salzgehaltes und einem Temperaturanstieg, der dem warmen Herbstwasser vom Boden von XI zu verdanken ist. Die oberhalb 85 m gelegenen Niveaus zeigen das Zuströmen des neuen Wassers nicht durch Änderung des Salzgehaltes an, sondern durch geringe Abnahme oder geringe Zunahme des Sauerstoffgehaltes und erhebliche Temperatursteigerung. Da bei erhöhter Temperatur der Sauerstoffverbrauch schneller vor sich geht als bei niederer, so kann sich eine mäßige Wassererneuerung nicht durch Anstieg der Sauerstoffzahl kundgeben, sondern durch die Kleinheit der Reaktionskonstanten. Ob in 60 m tatsächlich Stagnation eingetreten ist, wie der Sauerstoffverbrauch zeigt, oder ob tiefer liegendes Wasser durch Einströmen von neuem in die Höhe gedrängt ist, lasse ich dahingestellt. Die letztere Annahme ist nicht unbegründet, denn wir finden plötzlich in 65 m ganz warmes Wasser von 8,27° C. An der Oberfläche ist immer noch sehr leichtes Wasser vorhanden unter 7‰, ja seine vertikale Ausdehnung hat gegen den Dezember zugenommen. Das Wasser mit weniger als 7‰ Salz reicht jetzt tiefer als 40 m. Es sind die beiden einzigen Dezember- und Januarbeobachtungen, so daß man nichts darüber aussagen kann, ob dieser niedrige Salzgehalt auf S_4 eine Ausnahmeerscheinung ist oder regelmäßig auftritt. Dadurch, daß uns die Märzbeobachtungen ein so starkes unerwartetes Ansteigen des Salzgehaltes in den mittleren Schichten zwischen den Terminmonaten enthüllt haben, kann man auf allerhand Überraschungen in den Monaten, in denen nicht gefahren wurde, gefaßt sein. Im März erreicht der Wassereinstrom sein Maximum, in allen Niveaus steigt der Sauerstoffgehalt erheblich. Das zuströmende Wasser ist aber kalt, es ist Winterwasser vom Boden des Arkonabeckens, wir haben daher in allen tieferen und mittleren Ebenen einen Temperaturabfall, der bis fast 5° C beträgt. Nebenher geht ein Anwachsen des Salzgehaltes, das sein Maximum in 50 und 55 hat, zugleich dehnt sich die gesamte Unterschicht um mehr als 5 m aus und die homohaline Schicht verringert ihre Dicke um das gleiche; ihr Salzgehalt ist wieder normal geworden. Während des April hat immer noch ein Einströmen von salzigem Wasser stattgefunden. Die Sauerstoffgehalte sind entweder erhöht oder haben nur ein geringes abgenommen, die Hauptmenge scheint im 70 m-Niveau erschienen zu sein, wo der Sauerstoffgehalt um mehr als 2 ccm zugenommen hat, auch der Salzgehalt hat in dieser Tiefe die größte Steigerung, allerdings nur um 0,5‰ erfahren. Die gesamte Unterschicht scheint sich wieder zu verkürzen und die Deckschicht nimmt an Ausdehnung zu, so daß im Juni in 55 m der Salzgehalt nur noch 8,9‰ beträgt. Dieses Zusammenziehen der Unterschicht scheint dadurch entstanden zu sein, daß das Wasser aus dem 60—65 m-Niveau nach Osten abgeflossen ist und sich von höher gelegenen Ebenen erneuert hat, worauf die Abnahme des Salzgehaltes mit Vermehrung des Sauerstoffs deutet, die tieferen Schichten haben nicht viel neues Wasser erhalten, wie die Abnahme des Sauerstoffs lehrt. Die letzte Beobachtung ist vom Juni. Sämtliche Ebenen der Unterschicht haben Zufuhr neuen Wassers erhalten, am Boden dokumentiert sich diese Tatsache durch Anstieg des Salzgehaltes und langsamen Sauerstoffverbrauch. In den Schichten bis 70 m haben wir Verminderung des Salzgehaltes und Zufuhr von frischem Sauerstoff; an der Grenze zwischen Unterschicht und Deckschicht in 50 m ist der Sauerstoffgehalt noch 8,36 ccm; bei 7,68‰ Salz und 3,95° C Temperatur sind das 95% der Menge, die das Wasser in gesättigtem Zustand aufweist.

Fassen wir die Ergebnisse noch einmal ins Auge, so erkennen wir, daß, in je kürzeren Perioden die Untersuchungen erfolgen, um so häufigeres Einströmen von neuem Wasser in die Bornholmtiefe sich ergibt. Früher, wo man sich auf nur seltene Untersuchungen stützte und die Reaktionsgeschwindigkeit des Sauerstoffverbrauchs nicht berücksichtigte, nahm man ein jahrelanges Stagnieren des Wassers in diesen Tiefen an. In meiner ersten Arbeit, zu der mir nur wenige Quartalsbeobachtungen zur Verfügung standen, kam ich zum Schluß, daß das Einströmen wahrscheinlich zweimal im Jahre, im Frühjahr und Herbst stattfände. Jetzt bin ich der Meinung, daß zu jeder Zeit neues Wasser einströmen kann, daß ein großes

Maximum der Wasserzufuhr zwischen Winter und Frühjahr und ein kleineres im Herbst besteht entsprechend dem Maximum des Salzgehaltes im Winter bei Drogden und im Juli beim Fehmarnbelt Feuerschiff. Die höchste bisher gefundene Zahl für Sauerstoff am Boden des Bornholmbeckens beträgt 6,68 ccm am 13. Februar 1909, wenn man diese Zahl nicht gelten lassen will, da die gleichzeitig erfolgte Temperatur und Salzgehaltsbestimmung falsch waren, so haben wir für 85 m am gleichen Datum 6,75 ccm bei 3,30° C und 17,86 ‰ Salz, das sind 81 % der Sättigung.

Gern wäre ich dem näheren Zusammenhange zwischen den Stationen XI und S_4 nachgegangen, doch sind dazu die Beobachtungen noch zu lückenhaft, es scheint als ob das Wasser länger als 14 Tage braucht zu dem Wege um Bornholm und weniger als 6 Wochen. Selbst der Versuch, einige besonders markante Erscheinungen von Station XI im Bornholmtief auf kurze bestimmte Zeiten festzulegen, schlägt fehl. Ich habe weiter oben schon der abnorm niedrigen Temperatur in 55 m auf S_4, am 13. Februar 1909 Erwähnung getan, aber wenn eine so niedrige Temperatur im Arkonabecken aufgetreten ist, läßt sich nicht konstatieren, da die letzte Beobachtung im Dezember 1908 stattfand, wo nur warmes Wasser vorhanden war. Ebenso mißlingt uns die Verfolgung eines besonders hohen Salzgehaltes auf Station XI auf dem Wege weiter nach Osten. So haben wir am 17. Februar 1909 im Arkonabecken am Boden 20,10 ‰ Salz gefunden. Da in der Kadetrinne bis 20 m bei keiner Beobachtung soviel gefunden ist, muß das Wasser aus dem Sund stammen. Die folgende Beobachtung vom 1. April 1909 zeigt auf S_4 am Boden schon wieder abnehmenden Salzgehalt. Das Maximum ist vorher am 13. Februar gefunden worden, die entsprechende Fahrt, die uns dieses Wasser auf XI hätte zeigen können im Januar, hat nicht stattgefunden. Wir bemerken am ganzen Habitus der Salzgehaltsverteilung auf Station XI, daß wir nur ein Abklingen der Erscheinung beobachten. Wir sind im letzten Stadium des Absinkens des salzigen Wassers nach Osten und die Oberschicht nimmt die Stelle dieser Massen ein. In 30 m ist der Salzgehalt 8,31 ‰, in 35 m erst 10,7, dann schnellt er in 40 m auf 19,9 und in 43 m auf 20,1 empor. Auch am 1. März 1911 haben wir auf Station XI stark salziges Wasser aus dem Sund mit 21,06 ‰. Wir haben zu dieser Zeit eine mächtige Unterschicht, denn selbst in 25 m sind noch 10,68 ‰ Salz gemessen worden. Trotzdem diese Zahlen erheblich höher sind als 2 Jahre vorher, finden wir im Bornholmbecken nur eine geringfügige Erhöhung des Salzgehaltes, auch sein absoluter Wert bleibt um 1,5 ‰ hinter dem von 1909 zurück. Der Sauerstoffgehalt am 1. März beträgt im Arkonabecken 93 % der Sättigung, im Bornholmtief am 29. März 74 %. Stellen wir folgende Rechnung auf, die allerdings sehr gewagt ist, da sich das Wasser durch Mischung auf dem Wege sehr verändert hat,

$$k = \frac{\log x - \log x_0}{t}$$

$$t = \frac{\log x - \log x_0}{k}$$

rechnen wir nun x und x_0 in Sättigungsprozenten und nehmen wir für k 0,03 eine Zahl, die nicht allzuweit von der richtigen entfernt ist, so erhalten wir für $t = 3^1/_3$ Wochen. Wir können also am 29. März im Bornholmtief nicht das Wasser aus dem Arkonabecken vom 1. März antreffen. Im allgemeinen wird uns diese Rechnung wohl ein zutreffendes Bild über die Zeit geben, die das Wasser vom Boden des Arkonabeckens braucht, um bis zum Bornholmtief zu gelangen, wenn es den nötigen Salzgehalt besitzt, nämlich ca. 3—4 Wochen.

Gelegentlich stockt die Zufuhr des salzigen Wassers nach XI vom Westen her völlig. An vielen Tagen im Jahre ist bei Drogden das Wasser frischer als 10 ‰ Salz. Aber auch im südlichen Eingang zur Ostsee in der Kadetrinne scheint zeitweilig die Wasserzufuhr aufzuhören. Den Salzgehaltsverhältnissen nach sollte man dies nicht erwarten, denn bei allen Beobachtungen lag der Salzgehalt auf Station X in der Periode 1908/09 bei 14 ‰ und höher, und im Jahre 1910/11 ist nur eine einzige Beobachtung, die einen Gehalt von 13 ‰ zeigt, alle anderen sind höher. Wenn demnach trotzdem kein oder nur wenig salziges Wasser zu gewissen Zeiten nach Osten fließt, so muß irgend eine stauende und hemmende Wirkung vorhanden sein, wobei man zunächst an die hemmende Wirkung der entgegengesetzt wehenden Winde denken wird. Daß die Zufuhr gelegentlich völlig aufhört, zeigt das gänzliche Wegsinken des salzigen Wassers nach Osten in die Tiefe, das man gelegentlich auf Station XI feststellen kann. So haben wir am 27. März 1909

in 30 m noch Oberflächenwasser und am Boden beträgt der Salzgehalt nur 10,88 ‰. Dieses Absinken ist eine Fortsetzung der Erscheinung, deren Beginn wir schon im Februar bemerkt hatten. In diesem Zustand ist das Arkonabecken nicht mehr in der Lage, die Mittelschichten des Bornholmtiefes mit Wasser zu versorgen, wie es für gewöhnlich geschieht, die Folge davon ist eine erhebliche Abnahme des Sauerstoffgehaltes in diesen Schichten einige Wochen später. Wir sehen diese Abnahme an den Sauerstoffzahlen vom 13. Februar bis 1. April und 19. Mai in allen mittleren Niveaus. Im Dezember 1910 ist die Unterschicht auf Station XI völlig verschwunden, am Boden in 43 m beträgt der Salzgehalt nur noch 8,17 ‰. Dieser Zustand muß schon einige Zeit geherrscht haben, denn auf allen Schichten der Bornholmtiefe ist der Sauerstoffgehalt äußerst niedrig. Ende Dezember muß dann der Zufluß wieder eingetreten sein, das Bodenwasser auf Station XI hat am 13. Januar 1911 wieder 19,07 ‰ Salz, die 35 m-Ebene aber noch 8,6. Dementsprechend ist auch nur der Sauerstoffgehalt am Boden von S_4 erheblich vermehrt, in den Mittelschichten ist noch kein bedeutender Zuwachs zu bemerken. Am Anfang März ist auf XI wieder eine kräftige Salzschicht zu bemerken, die bewirkt, daß einige Wochen später, am 29. März, auf S_4 in der ganzen Wassersäule der Sauerstoffgehalt gewachsen ist.

Zum Schluß will ich noch die Salzgehaltsverhältnisse auf Station XI und den Zugängen, d. h. Kadetrinne und Drogden vergleichen. In der Kadetrinne Station X müssen wir dazu das 18 m-Niveau heranziehen, dessen Salzgehalt wir willkürlich gradlinig zwischen 15 und 20 m interpolieren müssen, da aus dieser Tiefe keine Beobachtungen vorliegen.

Station	22. XI. 08	16. XII. 08	22. I. 09	9. II. 09	25. III. 09	17. IV. 09	2. V. 09	20. V. 09	3. VI. 09	17. VIII. 09
X 18 m	14,2	16,8	17,1	18,7	16,2	17,2	16,6	14,3	18,3	17,1
XI Boden	17,3	16,6	—	20,1	10,9	—	—	12,9	—	16,2

Station	15. X. 09	23. XI. 09	24. IV. 10	19. XII. 10	13. I. 11	1. III. 11	27. III. 11	21. IV. 11	18. V. 11	24. VI. 11
X 18 m	17,3	14,6	16,1	13,2	16,7	16,4	17,1	15,4	15,4	14,0
XI Boden	—	14,2	15,1	8,2	19,1	21,1	14,0	17,1	16,5	11,9

Gleich die erste Beobachtung der Reihe zeigt uns einen Zustand, in dem das Wasser von XI nicht aus der Kadetrinne stammt. Die Durchschnittsbeobachtungen hatten für November in 18 m nur 12,6 ‰ Salz gegeben, selbst die höchste Zahl von VII beträgt nur 16 ‰, das Wasser muß also aus dem Sund stammen. Die folgende Fahrt vom Dezember 1908 zeigt uns wieder höheren Salzgehalt in der Kadetrinne. Die Konzentration ist jetzt ungefähr die gleiche im Arkonabecken wie in der südlichen Zugangsstraße. Da das einströmende Wasser aber durch Mischung verdünnt wird auf dem Wege nach Osten, so könnte man schließen, daß auch im Dezember das Wasser nicht den südlichen, sondern den nördlichen Weg in die Ostsee genommen hat. Man darf dabei aber nicht aus dem Auge lassen, daß sehr wohl die Möglichkeit besteht, daß einige Tage vorher auch in der Kadetrinne der Salzgehalt höher war, denn es bestehen in diesen Gewässern ziemlich starke Schwankungen im Salzgehalt von Tag zu Tag. Im Februar 1909 finden wir verhältnismäßig salziges Wasser bei X, aber das bei XI ist so konzentriert, wie es nicht einmal in der Kadetrinne beobachtet worden ist. Ein Salzgehalt mit über 20 ‰ bei Arkona kommt immer aus dem Sund. Im März treffen wir einen Zustand an, wo das Wasser in der Kadetrinne wohl salzig genug ist, um die Unterschicht des Arkonabeckens zu erneuern, aber andere Umstände müssen dies verhindert haben, denn das Wasser ist noch nicht einmal 11 ‰ig. Das Fahrtjournal verzeichnet für diese Zeit fast nur östliche Winde, so daß wir wohl daran denken können, daß durch den Windstau die Einströmung verhindert wurde. Im Mai und August scheint die Unterschicht des Arkonabeckens wieder aus der Kadetrinne zu stammen. Im November 1909 ist es wieder zweifelhaft, ob das Wasser aus dem Norden oder dem Süden stammt. Die Beobachtungsperiode 1910/11 beginnt mit einem Zustand, in dem die Tore der Ostsee dem salzigen Wasser verschlossen gewesen zu sein scheinen. Tatsächlich finden wir, daß sowohl auf dem Gjedser Riff Feuerschiff wie bei Drogden vom 1.—16. Dezember östliche Winde mit niedrigem Salzgehalt geherrscht haben. Im Januar und am 1. März 1911 ist der Salzgehalt wieder hoch auf Station XI, so hoch, daß er aus dem Sund gekommen sein muß. Es sind auch an 10 Tagen der zweiten Hälfte vom Dezember 1910

wie an 8 der zweiten Hälfte Februar bei Drogden Salzgehalte über 20‰ festgestellt worden. Ende März haben wir wieder an X höheren Salzgehalt als zwischen Rügen und Schonen, die Unterschicht kann sich also von Süden her erneuern. Im April und Mai dagegen zeigt das Bodenwasser von XI höheren Salzgehalt als in der Kadetrinne, ich möchte aber wohl glauben, daß in den beiden vorhergehenden Wochen hier Salzgehalte geherrscht haben, die entsprechend hoch waren, allerdings, die durchschnittlichen Salzgehalte sind an Station X in 18 m niedriger als die Befunde aus der Arkonatiefe. Der 24. Juni 1911 zeigt uns hier wieder sehr wenig salziges Wasser.

Wir hatten oben schon aus den Quartalsbeobachtungen gesehen, daß der durchschnittliche Salzgehalt im Februar an Station XI nicht durch die Kadetrinne gekommen sein konnte, denn er betrug 17,1 ‰, während an Station X die Interpolation für 18 m nur 16,3 ergibt. Die Einzelbeobachtungen 1908/09 sowie 1910/11 bestätigen vollkommen diesen Schluß. In der ersten Beobachtungsreihe stammt sicher das Wasser vom 9. Februar im Arkonabecken aus dem Sund und vielleicht auch das Wasser vom 16. Dezember. In der zweiten Periode ist das Wasser, das wir am 13. Januar wie am 1. März im Arkonabecken angetroffen haben, durch den Sund eingeströmt.

Zusammenfassung.

Die Resultate der obigen Untersuchungen möchte ich in folgenden Sätzen ausdrücken.

In der Beltsee ist der Salzgehalt der Oberfläche am höchsten im Winter, infolge verminderter Zufuhr des weniger salzigen Wassers aus dem Osten und infolge der Durchmischung mit dem Wasser der Unterschicht.

In der Unterschicht erreicht der Salzgehalt sein Maximum im Sommer durch einen eingehenden Strom, der als Reaktionsstrom gegen das ausfließende leichte Wasser entstanden ist.

In der Mecklenburger Bucht geht das salzige Wasser entlang der deutschen Küste, das süße an den dänischen Inseln vorbei, infolge der Einwirkung der Erdrotation. Schwankungen des Salzgehaltes der Oberfläche in der Beltsee stehen in enger Abhängigkeit von den Niederschlägen in der Ostsee und der Zuführung von Flußwasser.

Die Temperatur der Unterschicht der Beltsee folgt im größten Teil des Jahres ziemlich nahe dem Gang in der Oberschicht und zeigt dadurch an, daß das Wasser nicht weit entfernt an der Oberfläche gewesen ist oder einer Schicht entstammt, die nicht tief gelegen ist. Im Sommer hinkt die Temperatur erheblich unten nach, verglichen mit oben. Das Wasser hat seinen Ursprung näher an der Nordsee und aus einer etwas tieferen Schicht.

Im Arkonabecken stammt das Tiefenwasser im Winter fast regelmäßig aus dem Sund. Besonders niedriger Salzgehalt ist aus dem Umstande zu erklären, daß zeitweilig die Zufuhr neuen Wassers aufgehört hat und das vorhandene salzige, dem Gesetz der Schwere folgend, nach Osten in die Tiefe fließt und von der Oberfläche her ersetzt wird.

Im Bornholmbecken wird das Bodenwasser in stärkerem Maße, als man früher geglaubt hat, erneuert. Die Erneuerung hat 2 Maxima, im Winter-Frühjahr und im Herbst. Eine Erneuerung ist auch bei abnehmendem Sauerstoffgehalt anzunehmen, wenn die Reaktionskonstante des Sauerstoffverbrauchs zu klein erscheint. Auch in den mittleren Schichten tritt zeitweilig Stagnation ein, meistens erhalten sie regelmäßig Zufuhr aus der Unterschicht des Arkonabeckens.

Da im Sommer und Herbst diese Schichten warm sind, haben wir im Herbst-Winter warmes Wasser in den mittleren Schichten des Bornholmtiefs, man braucht dazu keine Einwirkung vom Ozean her anzunehmen.

An der unteren Grenze der Deckschicht ist der Verbrauch an Sauerstoff sehr gering. Steigt nach unten zu das spezifische Gewicht sprungweise, so nimmt auch der Sauerstoffgehalt plötzlich ab. Eine Erklärung hierfür bietet möglicherweise die verminderte Sinkgeschwindigkeit toter Organismen infolge des dichteren Mediums.

Das Wasser der Tiefe der Danziger Bucht erhält ziemlich regelmäßig mehr oder minder starke Zufuhr aus dem 50—65 m-Niveau des Bornholmbeckens. Auch hier sind 2 Maxima der Zufuhr zu konstatieren. Bei Beurteilung von Prozenten der Sättigung des Sauerstoffgehalts für die Frage der Stagnation ist die Temperatur zu berücksichtigen, da der Verbrauch bei erhöhter Temperatur erheblich schneller vor sich geht als bei niederer Temperatur.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Vierzehnter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 55 Figuren im Text, 2 Karten, zahlreichen Tabellen und Kurven.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1912.

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Neue Folge. Gr. 4°.

Band I, Heft 1. 1894. VI, 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. *M.* 30.—.
do. Heft 2. 1896. XIII, III, 191 S. mit 71 Abbildungen im Text, 8 Tabellen, 4 Tafeln und 1 Karte. *M.* 20.—.
Band II, Heft 1, Abt. 1. 1896. 324 Seiten mit 6 Tafeln und 4 Figuren im Text. *M.* 25.—.
do. do. Abt. 2. 1897. III, 255 Seiten mit 19 Tafeln und 32 Figuren im Text. *M.* 35.—.
do. Heft 2. 1897. 101 Seiten mit 20 Tafeln und 4 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band III, Abt. Helgoland, Heft 1. 1899. 125 Seiten mit 8 Tafeln und 46 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. do. Heft 2. 1900. III, 280 Seiten mit 6 Tafeln, 20 Figuren im Text und zahlreichen Tabellen. *M.* 30.—.
do. Abt. Kiel. 1898. III, 157 Seiten mit 3 Tafeln und 12 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band IV, Abt. Helgoland, Heft 1. 1900. 140 Seiten mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. *M.* 15.—.
do. do. Heft 2. 1900. III, 123 Seiten mit 8 Tafeln, 1 Karte und 4 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. Abt. Kiel. 1899. III, 253 Seiten mit 1 Tafel und 226 Figuren im Text. *M.* 20.—.
Band V, Abt. Helgoland, Heft 1. 1902. 56 Seiten mit 3 Tafeln und 11 Figuren im Text. *M.* 6.—.
do. do. Heft 2. 1904. 59 Seiten mit 8 Figuren im Text. *M.* 5.—.
do. do. Heft 3. 1912. 112 Seiten mit 10 Tafeln und 46 Figuren im Text. *M.* 19.—.
do. Abt. Kiel, Heft 1. 1900. 96 Seiten mit 1 Tafel, 1 Karte und 183 Figuren im Text. *M.* 8.—.
do. do. Heft 2. 1901. III, 170 S. mit 1 Tafel, 1 Karte und 96 Figuren im Text. *M.* 16.—.
Band VI, Abt. Kiel. 1902. 234 Seiten mit 6 Tafeln und 14 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. Abt. Helgoland, Heft 1. 1904. 126 Seiten mit 2 Tafeln und 17 Abbildungen im Text. *M.* 10.—.
do. do. Heft 2. 1904. 72 Seiten mit 14 Tafeln und 1 Abbildung im Text. *M.* 15.—.
Band VII, Abt. Helgoland, Heft 1. 1905. 78 Seiten mit 3 Tafeln und 5 Abbildungen im Text. *M.* 8.—.
do. do. Heft 2. 1906. 138 Seiten mit 1 Karten und 11 Abbildungen im Text. *M.* 10.—.
do. Abt. Kiel. 1903. III, 145 Seiten mit 7 Tafeln und 1 Figur. *M.* 14.—.
Band VIII, Abt. Helgoland, Heft 1. 1906. 127 Seiten mit 3 Tafeln und 54 Abbildungen im Text. *M.* 10.—.
do. Abt. Kiel. Ergänzungsheft 1903, IV, 157 Seiten mit 257 Abbildungen im Text. *M.* 15.—.
do. do. 1905. 287 Seiten mit 5 Tafeln, 4 Karten, 15 graph. Darstellungen, 31 Tabellen u. 286 Figuren u. Karten im Text. *M.* 30.—.
Band IX, Abt. Helgoland, Heft 1. 1909. 141 Seiten mit 18 Tafeln und 18 Figuren im Text. *M.* 25.—.
do. Abt. Helgoland, Heft 2. 1910. 92 Seiten mit 1 Tafel, 7 Karten und 13 Abbildungen im Text. *M.* 15.—.
do. Abt. Kiel. 1906. 307 Seiten mit 10 Tafeln, 13 Tabellen u. mit 5 Karten, 14 graphischen Darstellungen u. 12 Figuren im Text. *M.* 26.—.
Band X, Abt. Helgoland, Heft 1. 1910. 115 Seiten mit 15 Tafeln und 5 Figuren im Text. *M.* 20.—.
do. Abt. Kiel. 1908. 370 Seiten mit 17 Tafeln, 8 Tabellen und 51 Figuren im Text. *M.* 40.—.
do. do. Ergänzungsheft 1909. II, 79 Seiten mit 143 Abbildungen im Text. *M.* 10.—.
Band XI, Abt. Kiel. 1910. IV, 365 Seiten mit 4 Tafeln, 30 Figuren im Text, 3 Karten und 5 Tabellen. *M.* 30.—.
Band XII, Abt. Kiel. 1911. 330, VIII Seiten mit 2 Tafeln, 49 Figuren und 15 Karten im Text. *M.* 30.—.
Band XIII, Abt. Kiel. 1911. 357, VIII Seiten mit 3 Tafeln, 82 Textfiguren und 8 Karten. *M.* 30.—.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) *M.* 15.—.
II. III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) *M.* 40.—.

Sonderausgaben:

Physik des Meeres. Von Dr. H. A. Meyer. . . . . *M.* 6.—.
Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen. . . . . „ 2. .
Botanische Ergebnisse. Von Dr. P. Magnus. . . . . „ 4. —.
Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln. . . . . „ 20.—.
Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten. . . . *M.* 2.—.
Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen. . „ 10.—.
Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. Mit 3 Kupfertafeln. . . . . „ 4.—.

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) *M.* 36.—

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881. 1884. Fol. (382 S.) *M.* 49.—.
I. Abteilung 1882. (184 S.) „ 25.—.
II. „ 1883. (128 S.) „ 12.—.
III. „ 1884. (70 S.) „ 12.—.
Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886. 1887. (158 S.) *M.* 25.—.
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1891. I. Heft 1889. (XI, 102 S.) „ 12.—.
„ „ „ „ „ „ „ 2. „ 1890. (46 S.) „ 5.—.
„ „ „ „ „ „ „ 3. „ 1893. (108 S.) „ 10.—.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Jährlich 12 Hefte. Quer-Folio. **Jahrgang 1873—1893.** à Jahrg. *M.* 12.—.

Atlas deutscher Meeresalgen.

Von Professor Dr. **Reinke** in Kiel.

1. Heft 1889. Fol. (38 S. und 25 Taf.) *M.* 30.—. **2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891.** Fol. (20 S. und 10 Taf.) *M.* 12.—.
2. Heft, Lfg. 3—5, 1892. Fol. (20 S. und 15 Taf.) *M.* 18.—.

Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee.

Von Dr. **H. A. Meyer.**

Im Anschluß an die Abhandlung VII im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel. 8°. (20 S.) *M.* 1.—.

Gemeinfaßliche Mitteilungen aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

Herausgegeben im Auftrage des Königlichen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.
Mit 1 lithographischen Tafel. 1880. 8°. (56 S.) *M.* 1.50.

Die Fische der Ostsee.

Von Dr. **K. Möbius** und **Fr. Heincke.**

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8°. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel.) *M.* 5. .

Tierleben der Hochsee.

Reisebegleiter für Seefahrer von Professor Dr. **C. Apstein** in Berlin.
112 Seiten und 171 Abbildungen. Preis *M.* 1.80.

Seit Herbst 1892 erscheinen im Verlage von **Lipsius & Tischer** in **Kiel** und **Leipzig**:

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE MASS. LIBRARY

Ergebnisse

der

in dem Atlantischen Ozean

von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung

auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,
Professor der Physiologie in Kiel.

Auf dieses für die Wissenschaft hochbedeutsame Werk erlauben wir uns ganz ergebenst aufmerksam zu machen.

Das Werk genügt, abgesehen von seiner hohen Bedeutung für die Wissenschaft, was äußere Ausstattung, Papier, Druck, künstlerische Vollendung und Naturtreue der Illustrationen und Tafeln anbelangt, den höchsten Anforderungen. Auf die Ausführung haben wir ganz besondere Sorgfalt verwandt und mit der Herstellung der Tafeln sind nur erste Kunstanstalten betraut worden.

In die Reisebeschreibung sind eine große Anzahl von Bildern, nach Originalzeichnungen des Marinemalers Richard Eschke, der an der Expedition teilgenommen, eingestreut.

Es ist nicht möglich, hinsichtlich einer genauen Preisangabe für das ganze Werk bindende Angaben zu machen. Die Preisnormierung wird ganz von dem jedesmaligen Umfang der einzelnen Abhandlungen, von den Herstellungskosten der Tafeln und den Schwierigkeiten, die mit der Vervielfältigung derselben verbunden sind, abhängig sein. Abonnenten, welche sich für die Abnahme des **ganzen Werkes** verpflichten, also in erster Linie Bibliotheken, botanische und zoologische Institute, Gelehrte etc. haben Anspruch auf einen um **10 Prozent ermäßigten Subskriptionspreis** und sollen deren Namen bei Ausgang des Schlußheftes in einer Subskribentenliste veröffentlicht werden. Um ein wirklich vollständiges Verzeichnis der Abnehmer zu erhalten, ersuchen wir dieselben, die **Bestellung** direkt an uns einsenden zu wollen, auch wenn die **Lieferung** nicht direkt von uns, sondern durch eine andere Buchhandlung gewünscht wird. Im letzteren Falle werden wir, dem Wunsche der Subskribenten gemäß, die Lieferung der bezeichneten Buchhandlung überweisen. Behufs näherer Orientierung steht ein umfassender Prospekt kostenlos und portofrei zu Diensten.

Die im nachstehenden Inhaltsverzeichnis unterstrichenen Abteilungen sind bis jetzt (September 1912) erschienen:

Teil-bezeichnung		Preis: Für Abnehmer des Ganzen		Preis: Bei Einzelbezug	
A.	Reisebeschreibung nebst Anfügungen einiger Ergebnisse der Untersuchungen	27	—	30	—
B.	Methodik der Untersuchungen	21	60	24	—
C.	Geophysikalische Beobachtungen	9	—	10	—
D.	Fische				
E. a. A.	Thaliaceen	1	80	2	—
E. a. B.	Verteilung der Salpen	6	75	7	50
E. a. C.	Verteilung der Doliolen	7	75	8	60
E. b.	Pyrosomen	10	80	12	—
E. c.	Appendicularien	27	—	30	—
F. a.	Cephalopoden	180	—	200	—
F. b.	Pteropoden	5	40	6	—
F. c.	Heteropoden	2	70	3	—
F. d.	Gastropoden mit Ausschluß der Heteropoden und Pteropoden	30	—	33	50
F. e.	Acephalen	5	40	6	—
F. f.	Brachiopoden	1	80	2	—
G. a.	Halobatiden und Halacarinen	14	40	16	—
G. b.	Decapoden und Schizopoden	12	60	14	—
G. c.	Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden	12	60	14	—
G. d.	Cladoceren und Cirripedien	6	75	7	50
G. e. I.	Amphipoden I. Teil. Hyperiidea I.	20	—	22	20
G. e. II.	„ II. Teil				
G. f. 1 u. ff.	Copepoden (in Verbereitung)				
G. g.	Ostracoden	10	80	12	—
H. a.	Rotatorien	10	80	12	—
H. b.	Alciopiden und Tomopteriden	14	40	16	—
H. c.	Pelagische Phyllodociden und Typhloscoleciden	9	—	10	—
H. d.	Pelagische Polychaeten und Achaetenlarven	6	75	7	50
H. e.	Chätognathen	4	50	5	—
H. f.	Polycladen	1	80	2	—
H. g.	Turbellaria acoela	5	40	6	—
J.	Echinodermenlarven	15	—	16	60
K. a.	Ctenophoren	4	50	5	—
K. b.	Siphonophoren	12	40	16	—
K. c.	Craspedote Medusen	14	00	14	—
K. d.	Akalephen	7	20	8	—
K. e.	Anthozoen	28	80	32	—
L. a.	Tintinnodeen. Atlas mit Tafelerklärungen	54		60	—
L. a.	Tintinnodeen. Systematischer Teil	45	—	50	—
L. b.	Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten				
L. c.	Foraminiferen I. Teil	180	—	200	—
	Foraminiferen II. Teil (im Druck)				
L. d.	Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien				
L. e.	Spumellarien				
L. f. α	Acanthometriden	21	60	24	
L. f. β	Acanthophractiden	23	40	26	—
L. g.	Monopylarien				
L. h. 1 u. ff.	Tripyleen				
	1. Anlacanthiden	12	60	14	—
	2. Tuscaroriden	2	70	3	—
	3. Atlanticelliden	2	70	3	—
	4. Medusettiden	7	20	8	—
	5. Conchariden	10	—	11	—
	6. Castanellıden	18	—	20	—
	7. Phaeodiniden, Caementelliden und Cannorrhaphiden	11	40	12	80
	8. Circoporiden	16	20	18	—
	9. Cannosphaeriden	9	45	10	50
	10. Porospathiden und Cadiiden	10	80	12	—
	11. Challengeriden	32	40	36	—
M. a. A.	Peridineen, allgemeiner Teil	34	20	38	
M. a. B.	Peridineen, spezieller Teil				
M. b.	Dictyocheen				
M. c.	Pyrocysteen	7	20	8	
M. d. e.	Bacillariaceen				
M. f.	Schizophyceen	9	—	10	—
M. g.	Bakterien des Meeres	5	40	6	—
N.	Cysten, Eier und Larven	10	—	11	20
O.	Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner. Übersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen	81	—	90	

Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel und Leipzig.

Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner.

Übersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen.

Von

Prof. Dr. **V. Hensen.**

V, 406 S., gr. 4°. Mit 77 Textfiguren, 28 Tabellen und 1 Tafel.

Preis *M.* 90.—.

Das vorgenannte Werk, auf das die wissenschaftliche Welt seit mehr als 20 Jahren mit Spannung gewartet hat, bildet zugleich den Schluß-Stein der von demselben Verfasser herausgegebenen „Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung“ und dürfte als Grundlage für die Arbeiten kommender Gelehrten-Generationen noch nach vielen Menschenaltern anerkannt werden.

NORDISCHES PLANKTON

herausgegeben von

Professor Dr. **K. Brandt** und Professor Dr. **C. Apstein.**

Das Werk wird sich aus folgenden Teilen zusammensetzen, die je nach Fertigstellung der Manuskripte vorläufig in einzelnen Lieferungen herausgegeben werden. (Die unterstrichenen Abteilungen sind bereits erschienen.)

I. Fischlarven und Eier.
1. u. 2. Teil.

II. Cysten, Eier usw.

III. Dolioliden.
Salpen.
Appendicularien und Nachtrag.
Ascidienlarven.

IV. Cephalopoden.
Pteropoden.

V. Gastropoden.
Muschellarven (im Druck).

VI. Decapoden.
Schizopoden.
Isopoden.
Amphipoden.

VII. Ostracoden.
Cladoceren und Nachtrag.

VIII. Cirripedien und Cirripedienlarven.
Copepoden.

IX. Echinodermenlarven.
Cyphonautes.
Brachiopodenlarven.

X. Rotatorien.
Planarien.
Anneliden.
Annelidenlarven.
Chaetognathen.

XI. Ctenophoren.
Siphonophoren.
Acraspeden.
Actinienlarven.

XII. Craspedote Medusen. 1. Teil, 1. u. 2. Lieferung.
Craspedote Medusen. 2. Teil.

XIII. Ciliata mit Ausschluß der Tintinnoidea.
Andere Infusorien und Flagellaten.

XIV. Foraminiferen.

XV. Tripyleen.

XVI. Acantharien. 1. und 2. Teil und Nachtrag.
Thalassicollen.
Coloniebild. Radiolarien.

XVII. Andere Spumellarien.
Nassellarien.

XVIII. Peridineen.

XIX. Diatomeen.

XX. Schizophyceen.

XXI. Flagellatae, Chlorophyceae, Coccosphaerales u. Silicoflagellatae.
Mit einem Nachtrag.

Zur Subskription auf dieses Werk laden hierdurch ergebenst ein

Kiel, Falckstraße 9.

Lipsius & Tischer
Verlags- und Sortiments-Buchhandlung.

Druck von Schmidt & Klaunig, Kiel.

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03017